

Série A, 405

N° d'ordre
1208

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Pierre Paul RICHER

PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA POLLINISATION.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 9 juin 1905, devant la Commission d'examen.

MM. Gaston BONNIER, président.

A. DASTRE, }
E. HAUG, } examinateurs.

PARIS

ASSELIN ET HOUZEAU

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1905



Digitized by the Internet Archive
in 2013

Série A, 495

N^o d'ordre
1208

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Pierre Paul RICHER

PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA POLLINISATION.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 5 juin 1905, devant la Commission d'examen.

MM. Gaston BONNIER, président.

A. DASTRE, {
E. HAUG, { examinateurs.

PARIS

ASSELIN ET HOUZEAU

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

—
1905

926
R52

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

	MM.	
<i>Doyen.</i>	P. APPEL.	Mécanique rationnelle.
<i>Doyen honoraire.</i>	G. DARBOUX, <i>professeur.</i>	Géométrie supérieure
<i>Professeurs honoraires.</i> }	L. TROOST.	
	CH. WOLF.	
<i>Professeurs.</i> }	LIPPMANN.	Physique.
	BOUTY.	Physique.
	BOUSSINESQ.	Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD.	Analyse supérieure et Al- gèbre supérieure.
	H. POINCARÉ.	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	YVES DELAGE.	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparées.
	G. BONNIER.	Botanique.
	DASTRE.	Physiologie.
	DITTE.	Chimie.
	GIARD.	Zoologie, Évolution des êtres organisés.
	KÖNIGS.	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN.	Géographie physique.
	GOURSAT.	Calcul différentiel et Calcul intégral.
	CHATIN.	Histologie.
	PELLAT.	Physique.
	HALLER.	Chimie organique.
	H. MOISSAN.	Chimie.
	JOANNIS.	Chimie (Enseignement P. G. N.).
	P. JANET.	Physique (Enseignement P. G. N.).
	WALLERANT.	Minéralogie.
	ANDOYER.	Astronomie physique.
	PAINLEVÉ.	Mathématiques générales.
	HAUG.	Géologie.
	P. CURIE.	Physique.
	TANNERY.	Calcul différentiel et Calcul intégral.
	RAFFY.	Application de l'analyse à la géométrie.
	HOUSSAY.	Zoologie.
	N.	Chimie biologique.
	N.	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparées.
	PUISEUX.	Mécanique et Astronomie.
	RIBAN.	Chimie analytique.
	LEDUC.	Physique.
	HADAMARD.	Calcul différentiel et Calcul intégral.
<i>Professeurs adjoints.</i> }	MATRUCHOT.	Botanique.
	MICHEL.	Minéralogie.
	DAGUILLON.	Botanique.
	BOUVEAULT.	Chimie organique.
	BOREL.	Théorie des fonctions.
<i>Secrétaire.</i>	A. GUILLET.	

A MES CHERS PARENTS

A MON MAÎTRE

M. GASTON BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR A LA SORBONNE

Hommage de profonde gratitude
et de respectueux dévouement.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA POLLINISATION

INTRODUCTION

Les pollinisations artificielles ont été très souvent employées par les horticulteurs dans l'intention de créer de nouvelles formes, en opérant des croisements entre fleurs de variétés ou d'espèces différentes. Tel n'a pas été notre but. Pratiquées entre individus d'une même espèce sauvage, les pollinisations artificielles n'ont pas un moindre intérêt ; elles seules permettent de déterminer le degré d'efficacité des différents modes de pollinisation réalisés dans la nature et d'établir avec quelque sûreté les lois suivant lesquelles s'opère la fécondation naturelle.

C'est au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau pendant les années 1903 et 1904 que toutes les expériences, qui font l'objet de ce travail, ont été entreprises et poursuivies grâce à la bienveillance et aux précieux conseils de mon maître, M. le Prof. Gaston Bonnier, auquel je suis heureux de présenter ici l'expression de ma bien vive reconnaissance. J'adresse aussi tous mes remerciements à M. L. Dufour, directeur adjoint du laboratoire, pour l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à mes recherches.

Pour la commodité de l'exposition, je diviserai cette étude en deux parties. — Dans la première, se trouvent comprises

les expériences faites sur un certain nombre de plantes à fleurs hermaphrodites. La seconde est consacrée aux expériences sur les plantes hétérostylées.

Je n'ai pas cru utile d'entreprendre ici l'historique général de la question. Au commencement de chaque des parties et au cours de ce travail, lorsqu'il y aura lieu, on trouvera rappelées les principales expériences déjà faites par d'autres observateurs.

PREMIÈRE PARTIE

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MODES DE POLLINISATION CHEZ UN CERTAIN NOMBRE DE PLANTES NON HÉTÉROSTYLÉES.

Dans la grande majorité des fleurs, qui renferment à la fois étamines et pistil, trois modes de pollinisation sont possible; en effet chaque fleur peut recevoir son propre pollen, le pollen d'une fleur du même pied ou bien encore le pollen d'une fleur d'un autre pied. Dans le premier cas la pollinisation se fait entre organes de la même fleur, et je prendrai pour la désigner le terme d'autopollinisation ou de *pollinisation directe*; dans le second cas la pollinisation s'opère entre fleurs du même pied, ce sera pour nous la *pollinisation indirecte*; dans le dernier cas la pollinisation s'effectue entre fleurs de pieds différents; je l'appellerai *pollinisation croisée* (1).

Ces trois modes de pollinisation donnent lieu à trois modes de fécondation.

Chez les plantes à fleurs diclines il ne pourra être question que de deux modes de fécondation, l'autofécondation ne pouvant exister. Je n'ai pas eu à étudier ces sortes de plantes.

(1) Les auteurs allemands employent pour la pollinisation directe les expressions de *Selbstbestäubung* et d'*Autogamie*, pour la pollinisation indirecte les expressions de *Nachbarbestäubung* et de *Geitonogamie*, et enfin pour la pollinisation croisée celles de *Kreuzung* et de *Xénogamie*.

HISTORIQUE

L'idée que la pollinisation directe et la pollinisation croisée pourraient avoir des effets différents est de date ancienne; Kölreuter (1), Sprengel (2), Knight (3), à qui nous devons les premières notions un peu précises sur la biologie des fleurs, n'ont pas été sans remarquer que les insectes jouaient un rôle évident dans la pollinisation de certaines fleurs, qui ont besoin pour fructifier d'un pollen étranger. Pour Knight la supériorité de ce mode de pollinisation serait telle qu'aucune fleur ne pourrait s'autoféconder pendant de nombreuses générations.

Le nombre des auteurs qui se sont engagés dans la voie ouverte par ces savants est considérable, mais la plupart d'entre eux n'ont guère considéré que les relations des insectes et des fleurs et se sont en général beaucoup plus appliqués à décrire les dispositions florales constituant de véritables adaptations au rôle des insectes qu'à faire l'étude comparée

(1) D. J. G. KÖLREUTER. *Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen*. Leipzig, 1761. — Fortsetzungen, 1, 2 et 3. Leipzig, 1763, 1764, 1766. — Réédité récemment par W. Pfeffer dans Ostwald's Klassiker der exakten Wissensch., vol. 41, Leipzig, 1893. — Et Mémoires de l'Acad. de Saint-Petersbourg, t. III, 1809, p. 159-199.

(2) C. K. SPRENGEL. *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen*. Berlin, 1793. — Et le même réédité avec annotations par Paul Knuth. Leipzig, 1894. Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, vol. 48 51.

(3) Andrew KNIGHT. *An Account of some Experiments on the Fecundation of Vegetables*. — Philosophical Transactions, Pt. II, 1799, p. 195-204.

des différents modes de pollinisation (1). Naturellement au cours de leurs recherches ils ont été conduits à enregistrer un certain nombre de faits permettant de classer les plantes en deux grandes catégories : les plantes susceptibles de se féconder elles-mêmes et celles pour lesquelles la fécondation est sous l'entière dépendance des insectes. C'est ainsi qu'en s'appuyant surtout sur les observations de Ch. Darwin, Asa Gray, F. Hildebrand, Delpino, Caspary, Fritz Müller, Hermann Müller, Th. Meehan, W. O. Focke (2) et quelques au-

(1) On trouvera un excellent résumé des nombreuses observations qui ont été faites sur la pollinisation et les relations des insectes et des fleurs dans l'important ouvrage récemment publié par Knuth. — Dr. P. KNUTH. *Handbuch der Blütenbiologie unter Zugrundelegung von Hermann Müllers Werk « Die Befruchtung der Blumen durch Insekten »*. Leipzig, W. Engelmann, Bd I, Bd II, t. I, 1898. — Bd II, t. II, 1899 — Bd III unter mitwirkung von Dr Otto Appel, bearbeitet und herausgegeben von Dr Ernst Lew, 1904.

(2) Charles DARWIN, *Fertilisation of Vines*, Gard. Chron., 1861, p. 552, 831, 832. — *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids are fertilised by Insects*, in-8°. London, 1862, 2^e éd., 1877, et *De la fécondation des Orchidées par les insectes et des bons résultats du croisement* traduit par J. Rérolle, 3^e édité. Paris, 1891.

— *Fertilisation of Funariaceae*, Nature IX, 1874, p. 460.

— *The Effects of Cross and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom*, in-8°. London, 1876, et traduction française : *Des effets de la fécondation croisée et de la fécondation directe dans le règne végétal*, par Charles Darwin, traduit par le Dr Ed. Heckel, Paris, Reinwald, 1877.

ASA GRAY, *Fertilisation of Orchids through the Agency of Insects*, Amer. Journ. of Sci. and Arts, XXXIV, 1862, p. 420-429.

— *Cross fertilisation of Scrophularia nodosa*, Journ. of Botany, vol. IX, 1871, p. 375.

— *Self-Fertilisation of Plants*, Amer. Journ. of Sci. and Arts, vol. XVII, 1879, p. 489-494.

F. HILDEBRAND, *Ueber die Vorrichtungen an einigen Blüten zur Befruchtung durch Insektenhülfe*, Bot. Zeit., XXIV, 1866, p. 73-78.

— *Ueber die Notwendigkeit der Insektenhülfe bei der Befruchtung von Corydalis cava*, Pringsheim's Jahrbuch, Bd V, p. 359-364.

— *Die Geschlechter-Vertheilung bei den Pflanzen und das Gesetz der vermiedenen und unvortheilhaften stetigen Selbstbefruchtung*, in-8°. Leipzig, W. Engelmann, 1867.

— *Federigo Delpino's Beobachtungen über die Bestäubungsvorrichtungen bei den Phaenogamen*, Bot. Zeit., XXV, 1867, p. 265, 273, 281.

— *Einige Experimente et Beobachtungen über den direkten Einfluss des fremden Pollens auf die Beschaffenheit der durch ihn erzeugten Frucht*, Bot. Zeit., XXVI, 1868, p. 321.

— *Einige Beispiele von der Nachtheiligkeit der Selbstbestäubung*, Bot. Zeit., XXVII, 1869, p. 709.

ires, on pourrait dresser la liste de deux sortes de plantes : les plantes autostériles et les plantes autofertiles.

— *Weitere Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse an Blüten.* Bot. Zeit., XXVII, 1869, p. 473-481; 489-495; 505-512.

— *Ueber die Bestäubungsvorrichtungen bei den Funariaceen.* Pringsheims Jahrbuch, Bd VII, 1870, p. 423-471.

— *F. Delpino's weitere Beobachtungen über die Dichogamie im Pflanzenreiche.* Bot. Zeit., XXVIII, 1870, p. 585-594, 601-609, 617-225, 633-641, 649-659, 665-669, 670.

— *Einige biologische Beobachtungen I Ueber Selbststerilität bei einigen Cruciferen.* Berichte der D. bot. Gesells., 1896, p. 324.

Federico DELPINO. *Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante angiosperme.* Firenze, 1867.

— *Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale.* Milano, Pt. I, 1868-1869. Pt. II, fasc. I, 1870, fasc. II, 1875. Estratto dagli Atti della Soc. Ital. delle Sci. Nat. in Milano, vol. XI et XII.

— *Ueber die Dichogamie in Pflanzenreiche.* Glogau, 1871.

— *Relazione sull'apparecchio della fecondazione nelle Asclepiadacee, etc.* Torino, 1865.

CASPARY. *Untersuchungen in Betreff der Befruchtungsweise der einheimischen Arten von Corydalis.* Sitzungsab. des Schritten der königlichen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königs-berg 1871. Königsberg, analysè Bot. Zeit., 27 juin 1873, p. 414.

Fritz MÜLLER. *Notizen über die Geschlechtsverhältnisse brasilianischer Pflanzen.* Bot. Zeit., XXVI, 1868, p. 113.

— *Ueber einige Befruchtungserscheinungen aus einem Briefe an F. Hildebrand von Fritz Müller.* Bot. Zeit., 1869, p. 223.

— *Botanische Notizen aus einem Briefe von Fritz Müller.* Itajahy, den 7 déc. 1869, communiqué par Hildebrand. Bot. Zeit., 1870, p. 274.

— *Bestäubungsversuche an Abutilon-Arten.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd VII, 1872, p. 22-45.

— *Bestäubungsversuche...* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd VII, 1873, p. 441-450.

— *Biolog. Beobachtungen an Blumen Südbrasilens.* Ber. deut. bot. Gesellsch. Bd I, 1883, Heft 4, p. 165-169.

Hermann MÜLLER. *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Ein Beitrag zur Erkenntnis des ursächlichen Zusammenhanges in der organischen Natur.*, in 8°. Leipzig, 1873.

— *Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten.* Verb. des naturhist. Ver. der preuss. Rheinl. und Westf., I, 1878; II, 1879; III, 1882.

— *Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben*, in-8°, 611 pp. Leipzig, 1881.

Orazio COMES. *Studi sulla impollinazione in alcune piante.* Rendiconto della R. Acad. Sci. Fis. et Matem. di Napoli, 1874, 1875, 1879.

Thomas MEEHAN. *Contributions to the life histories of plants.* Proceedings of the Academy of the Natural Sciences in Philadelphia, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1897.

Mais parmi toutes ces recherches l'important ouvrage de Darwin tient le premier rang. Il est le résumé d'observations poursuivies pendant de longues années et il conduit à cette conclusion que la pollinisation croisée est nettement supérieure à la pollinisation directe. Les fleurs croisées donnent en général un plus grand nombre de graines et produisent une plus grande proportion de fruits. Mais Darwin ne se contente pas d'étudier les effets immédiats des deux modes de pollinisation sur la fécondation et sur la fructification, et il consacre la plus grande partie de son travail à l'étude comparée des plantes issues des fleurs croisées et des fleurs autofécondées. La comparaison poursuivie pendant plusieurs générations lui montre que les plantes d'origine croisée sont supérieures aux plantes d'origine autofécondée sous tous les rapports, vigueur, poids, hauteur, fécondité (1).

Les procédés d'expérimentation employés par ces auteurs sont peu compliqués. Sans recourir aux pollinisations artificielles, ils se contentent la plupart du temps de diviser en deux lots les plantes en expérience : les unes recouvertes d'une enveloppe de gaze sont protégées de l'action des insectes et les autres sont laissées à l'air libre : les premières sont considérées comme autostériles si elles ne fructifient pas, et les secondes, qui ont pu recevoir la visite des insectes sont regardées comme uniquement sensibles à la fécon-

— *On the relations between insects and the form and character of flowers.* The Botanical Gazette, XVI, 1891, p. 269.

W. O. Focke. *Ein Fall von Unwirkbarkeit des eigenen Blütenstaubes* (Lilium croceum). Österr. Bot. Zeitschr., Bd XXVII, 1878, p. 317-318.

— *Die Unwirkbarkeit des eigenen Pollens.* 52. Versamml. Deutsch. Naturf. und Ärzte zu Baden-Baden, 1879, in-4°, p. 222.

— *Versuche und Beobachtungen über Kreuzung und Fruchtansatz bei Blütenpflanzen.* Abh. Naturw. Ver. Bremen, XI, 1890, p. 412-422.

— *Ueber die Unfruchtbarkeit bei Bestäubung mit eigenem Pollen.* Abhandl. Naturwiss. Ver. Bremen, XII, 1893, p. 409-416, 495-496.

— *Neue Beobachtungen über Artenkreuzung und Selbststerilität.* Abh. Naturwiss. Ver. Bremen, Bd XIV, 1897, p. 297-304.

(1) Quelques expériences du même genre ont été faites par Anna Bateson. *The effect of cross-fertilisation on inconspicuous flowers.* Ann. of Botany, 1888, p. 255-261.

dation croisée. Mais cette méthode ne manque-t-elle pas de rigueur? Est-on sûr que les fleurs protégées d'une gaze se trouvent toujours spontanément autopollinisées? et d'autre part les fleurs abandonnées aux insectes ne peuvent-elles subir d'autres modes de pollinisation que la pollinisation croisée?

Il semble donc que, pour mettre dans ces expériences la précision nécessaire, il faille recourir aux méthodes de la pollinisation artificielle. C'est d'ailleurs ce qu'ont fait exceptionnellement quelques-uns des auteurs cités; et encore n'ont-ils pas étendu leurs expériences à tous les modes de pollinisation. Ils ont comparé la pollinisation entre organes de la même fleur (pollinisation directe) et entre fleurs de pieds différents (pollinisation croisée), mais ils ont laissé de côté la pollinisation entre fleurs du même pied (pollinisation indirecte).

Darwin a considéré que ce dernier mode de pollinisation équivalait presque à une pollinisation directe, étant donnée la parenté étroite des fleurs entre-croisées et il pense qu'il n'est autre chose qu'une forme spéciale de l'autopollinisation. Cette vue théorique ne s'appuie d'ailleurs que sur un nombre tout à fait restreint d'observations (1).

Quelques expériences analogues se trouvent éparses dans les travaux de F. Müller, Hildebrand, Focke, etc.

Tous ces travaux, quelque intéressants qu'ils soient, laissent donc place pour de nouvelles expériences. C'est pourquoi j'ai tenté de comparer les effets des pollinisations directe, indirecte et croisée, en m'appuyant exclusivement sur la méthode rigoureuse des pollinisations *artificielles*. Mais en raison de la complexité du problème et du nombre considérable de manipulations qu'une seule expérience nécessite, je n'ai pu observer à ce point de vue que 16 plantes différentes, et j'ai dû me borner à étudier l'influence directe des différents modes de pollinisation sur la fécondation et la fructification même des fleurs, sans les poursuivre jusque dans leur

(1) CH. DARWIN. *Des effets de la fécondation croisée...*, traduction Heckel, p. 300, 306-334, 346.

descendance. Le nombre des fruits et des graines obtenues relativement au nombre de fleurs pollinisées me permettra d'apprécier la valeur du mode de pollinisation employé.

Dans le choix des plantes j'ai été guidé par plusieurs considérations.

J'ai pensé que la pollinisation directe était intéressante à étudier chez les plantes dichogames, qui paraissent par le processus de leur évolution florale particulièrement adaptées à la pollinisation entre fleurs différentes.

Quant à la pollinisation indirecte elle offre aux investigations un champ plus vaste qu'on pourrait le croire. Car les fleurs, sur lesquelles elle porte, peuvent être très voisines l'une de l'autre, portées sur la même tige ; elles peuvent se trouver sur deux tiges différentes issues d'un même rhizome ; elles peuvent se trouver aux deux extrémités d'une même touffe, dont l'étendue peut être parfois considérable ; enfin elles peuvent exister sur des pieds distincts provenant l'un de l'autre par simple fragmentation (disparition du stolon, bulbilles, boutures, etc.). Dans ce dernier cas la pollinisation n'a que l'apparence d'une pollinisation croisée : c'est en réalité une pollinisation indirecte entre deux éclats d'un même pied (1).

(1) Darwin, qui a eu l'idée de ces pollinisations n'a expérimenté à ce point de vue que deux plantes *autofertiles* : l'*Origanum vulgare* (pollinisation entre pieds différents de la même touffe) et le *Pelargonium zonale* (pollinisation entre boutures différentes d'un même pied) (CH. DARWIN, *Des effets de la fécondation croisée*, trad. Heckel, p. 304 et 334). Plus récemment Focke a fait à ce sujet quelques constatations intéressantes dans ses recherches sur la fructification des Lis : chez certains Lis, qui sont inféconds avec leur propre pollen, les pieds, qui proviennent les uns des autres par voie végétative sont incapables de se féconder entre eux ; ils ne sont fertiles qu'à la condition d'être croisés avec des pieds qui aient une origine distincte (W. O. FOCKE, *Versuche und Beobachtungen...*, t. c.).

TECHNIQUE DES EXPÉRIENCES

Les expériences que j'ai entreprises m'ont obligé d'instaurer une technique spéciale, dont je dois décrire tout d'abord les principaux points : les fleurs étudiées sont isolées sous des sacs de gaze fine qui les protègent des influences extérieures, elles sont privées s'il y a lieu de leurs étamines et pollinisées au moment opportun et toujours accompagnées d'une série de fleurs témoins.

1^o Isolement des fleurs à l'état de boutons dans des sacs de gaze fine.

L'étoffe employée à la confection des sacs est un tissu léger, transparent, en soie, qui compte 80 fils au centimètre, d'où il résulte que les mailles formées par l'entre-croisement des fils forment des carrés, qui mesurent ainsi que j'ai pu m'en assurer au microscope 50 à 60 μ . Non seulement ce tissu empêche l'accès des insectes mais il s'oppose efficacement à la pénétration même des grains de pollen dont les dimensions dans les fleurs que j'ai expérimentées varient entre 30 et 100 μ (1).

Les sacs de gaze sont généralement destinés à recouvrir des fleurs isolées, plus rarement une partie d'inflorescence et

(1) Ces soies sont celles qui sont employées pour le blutage des farines ; elles offrent toutes les conditions requises de régularité ; celle que j'ai choisie compte parmi les plus fines.

exceptionnellement une partie de plante plus importante. Ils sont donc suivant ces cas de taille et de forme différentes.

Pour ne pas gêner la fleur qu'ils recouvrent, ils sont soutenus par une armature métallique appropriée, laquelle elle-même se trouve reliée à un tuteur en bois, qui supporte le tout. Les 2 figures ci-jointes (fig. 1 et 2) qui résument le type

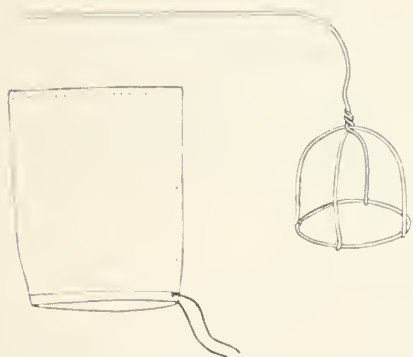


FIG. 1. — Sac de gaze et armature métallique.

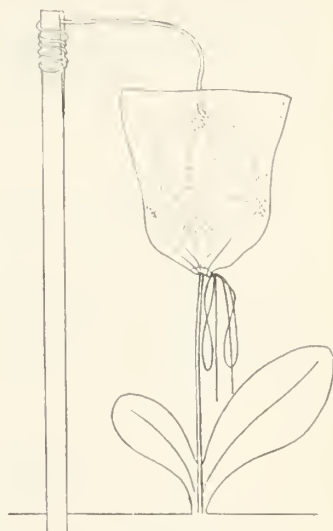


FIG. 2. — Dispositif général d'une expérience.

le plus ordinairement employé en disent plus qu'une longue description. Cette disposition a le grand avantage de pouvoir, en modifiant la courbure du fil de fer qui relie l'armature au piquet, suivre la fleur dans ses déplacements occasionnés par la croissance de la plante. La partie ouverte du sac tournée vers le bas est coulissée autour de la tige même de la fleur.

2^e Ablation des étamines dans les fleurs autres que celles à autoféconder.

L'ablation des étamines n'est pas indispensable pour ces expériences et Darwin dit (1) qu'il ne l'a jamais employée afin

(1) CH. DARWIN. *Des effets de la fécondation croisée*..., trad. Heckel, p. 11-12.

de rapprocher autant que possible ses expériences de ce qui se passe dans la nature avec les plantes fécondées par l'intervention des insectes. Mais bien souvent dans la fleur le stigmate entre naturellement en contact avec les étamines. Or s'il est déjà recouvert de pollen, non seulement la pollinisation artificielle est rendue incertaine, mais les fleurs ont dans tous les cas été susceptibles de s'autoféconder. J'ai pensé qu'il était préférable de supprimer toute possibilité d'autopollinisation par l'ablation des étamines de façon à pouvoir étudier isolément et en toute sécurité les effets de chaque mode de pollinisation.

Cette opération doit être pratiquée sur des boutons jeunes, et si elle est faite avec soin elle n'empêche pas leur épanouissement régulier. Pour plus de commodité j'ai choisi en général pour mes expériences des fleurs à étamines peu nombreuses. J'ai eu soin de vérifier à la loupe après chaque castration l'état des anthères enlevées.

3° Pollinisation artificielle.

J'ai eu recours à une méthode très simple, qui consiste à prélever avec la pointe d'une aiguille préalablement flambée le pollen de fleurs écloses sous des sacs de gaze à l'abri des insectes.

4° Fleurs témoins.

Parmi les fleurs châtrées à l'état de boutons, j'en ai dans chaque série d'expériences mis quelques-unes de côté pour servir de témoins ; *ces fleurs non pollinisées et toujours restées stériles* ont démontré l'effet réel de la castration en même temps que l'efficacité de l'isolement réalisé par les sacs de gaze.

Les précautions que je viens d'énumérer m'autorisent à croire que j'ai ainsi réalisé les meilleures conditions pour l'étude artificielle des différents modes de pollinisation.

Chaque expérience comporte donc la séparation des fleurs étudiées en quatre lots destinés à un traitement différent :

Pas de pollinisation ;

Pollinisation directe ;

— indirecte ;

— croisée.

Dans la description que je donnerai de mes expériences, toutes conçues sur le même plan, j'exposerai successivement les détails de technique particuliers à chaque espèce ; je résumerai les résultats obtenus, et des tableaux en donneront tout le détail.

DESCRIPTION DES EXPERIENCES

NICOTIANA SILVESTRIS

Les fleurs des différentes espèces de Tabac présentent des variations plus ou moins grandes dans la forme de leur corolle. Mais leur stigmate se trouve en général à la hauteur des étamines; aussi est-il toujours abondamment recouvert de pollen et l'autopollinisation se trouve ainsi naturellement réalisée.



FIG. 3. — Fleur de *Nicotiana glauca*. (Section longitudinale.)

Il semble d'ailleurs que la fécondité exceptionnelle de ces plantes ne puisse s'expliquer que par l'autofertilité des fleurs. Celle-ci a été démontrée expérimentalement chez le *Nicotiana glauca* (1); mais il n'a pas été fait sur ces plantes d'expériences détaillées pour comparer l'efficacité des différents modes de pollinisation.

J'ai donc entrepris une série de recherches sur une espèce horticole de Tabac très commune aujourd'hui dans les jardins, le *Nicotiana glauca* du catalogue de Vilmorin.

Dans cette espèce le tube de la corolle est très long et son extrémité terminale à peine élargie est occupée par les anthères; et comme celles-ci sont immédiatement appliquées comme le stigmate, elles doivent toujours

(1) Voir DARWIN. *Des effets de la fécondation croisée*, p. 203, 354 et 375.

déverser à sa surface une certaine quantité de pollen, qui réalise la pollinisation directe (fig. 3).

Mise en expérience. — Plusieurs pieds de cette espèce, que j'ai repiqués dans de grands pots, commencent à fleurir en juillet; je choisis sur ces plantes un certain nombre de boutons pour les mettre en expérience.

Castration. — Leur castration ne présente aucune difficulté, car les anthères n'entrent en déhiscence qu'assez tardivement et il est facile de les enlever une à une avec la pince en pratiquant à leur niveau une légère fente dans la corolle.

Mise en sac. — Ces boutons châtrés et quelques autres intacts sont introduits isolément dans des sacs de gaze. Ceux-ci sont bientôt trop courts par suite de l'allongement extraordinaire de la corolle; mais, comme je n'en ai pas de plus grands pour les remplacer, je me contente de dégager la partie inférieure des fleurs pour fermer la coulisse immédiatement au-dessus du calice autour du tube de la corolle.

Pollinisation. — Lorsqu'elles s'épanouissent (généralement 24 heures après la castration) je leur fais subir un des quatre traitements ordinaires :

Pas de pollinisation,
Pollinisation directe,
— indirecte,
— croisée.

Je poursuis ces opérations pendant une huitaine de jours sur cinq pieds différents. Quand le total des fleurs pollinisées me paraît suffisant, je supprime tous les boutons non épanouis inutiles, et j'abandonne les plantes à elles-mêmes, à l'endroit où elles ont été expérimentées, c'est-à-dire à l'air libre sous un vitrage à l'abri du soleil.

Fructification. — Tandis que les fleurs-témoins gardent longtemps leur corolle épanouie pour arriver finalement à se flétrir et à se détacher de la plante, la presque totalité des fleurs pollinisées perdent rapidement leur corolle et montrent des ébauches nettes de fruits. Ceux-ci s'accroissent extraordinairement vite; avant leur maturité ils sont introduits à nouveau dans des sacs de gaze destinés à retenir leurs graines, et ils sont récoltés au moment de leur déhiscence.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail dans le premier tableau (1) et le résumé dans le tableau qui suit, conduit aux résultats suivants :

(1) Tous les tableaux détaillés donnés dans ce travail sont établis sur le même

NICOTIANA SILVESTRIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS (indiquées par des lettres) CHÂTRIÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE								TRAITEMENT		CAPSULES		POIDS des GRAINES CONTENUES dans chaque capsule en grammes	
	Juillet							Août		SUDÉ 24 ou 48 HEURES APRÈS par ces fleurs		RÉGOLTIÉES le 30 août et le 15 sept		
	21	23	24	26	28	30	31	2	4	24 ^h	48 ^h			
	N ^o													
1	a											Pas de pollon.	o	gr.
		b								+		P. directe.	Capsule.	0,118
			c								+	P. croisée.	»	0,107
			d								+	P. croisée.	»	0,109
				e							+	P. directe.	»	0,167
				f							+	P. indirecte.	»	0,131
				g							+	P. croisée.	»	0,1485
				h								Pas de pollon.	o	
					i					+		P. directe.	Capsule.	0,141
					j					+		P. indirecte.	»	0,1395
					k					+		P. croisée.	»	0,145
					l							Pas de pollon.	o	
2	a											Pas de pollon.	o	
			b								+	P. directe.	Capsule.	0,1215
			c								+	P. indirecte.	»	0,0385
				d							+	P. directe.	»	0,1425
				e							+	P. indirecte.	»	0,143
				f							+	P. croisée.	»	0,1465
				g							+	Pas de pollon.	o	
										+		P. croisée.	Capsule.	0,127
										+		P. indirecte.	»	0,134
										+		P. directe.	»	0,140
												Pas de pollon.	o	
												Pas de pollon.	o	
3	a											Pas de pollon.	o	
	b									+		P. directe.	Capsule.	0,1475
	c									+		P. indirecte.	»	0,167
	d										+	P. directe.	»	0,1705
	e										+	P. indirecte.	»	0,155
		f									+	P. croisée.	o	
		g									+	P. croisée.	Capsule.	0,173
		h									+	Pas de pollon.	o	
			i								+	P. directe.	Capsule.	0,198
			j								+	P. indirecte.	»	0,1845
			k								+	P. croisée.	»	0,130
				l							+	P. directe.	Capsule.	0,1605
				m							+	P. indirecte.	»	0,168
				n							+	P. croisée.	»	0,192
				o							+	Pas de pollon.	o	
					p							Pas de pollon.	o	
					q						+	P. directe.	Capsule.	0,170
					r						+	P. indirecte.	»	0,177
					s						+	P. croisée.	»	0,1815
4								t		+		P. directe.	»	0,1605
								u		+		P. directe.	»	0,178
								v		+		P. indirecte.	»	0,150
								w		+		P. croisée.	»	0,172
								x		+		Pas de pollon.	o	
									a		+	P. directe.	Capsule.	0,2245
									b		+	P. indirecte.	»	0,206
									c		+	P. croisée.	»	0,2075
5									d	+		P. directe.	»	0,2025
									e	+		P. indirecte.	»	0,2185
									f	+		P. croisée.	»	0,1335
										a	+	P. directe.	»	0,150
									b	+	P. indirecte.	»	0,154	
									c	+	P. croisée.	»	0,147	

NICOTIANA SILVESTRIS. — RESUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		POIDS MOYEN des GRAINES contenues dans une capsule
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	
Pas de pollinisation.	11	0	
Pollinisation directe.	16	16	0gr, 1620
Pollinisation indirecte.	14	14	0gr, 1547
Pollinisation croisée.	15	14	0gr, 1513

1° Les fleurs châtrées non pollinisées se sont toutes flétries.

2° Les fleurs de chacun des trois autres lots ont toutes pour ainsi dire donné des fruits ; et les fruits directs, indirects et croisés paraissent égaux : ils ont extérieurement tous le même aspect et semblent également remplis de graines. Ces graines sont trop petites pour pouvoir être facilement comptées, mais j'ai pensé que le poids des graines contenues dans chaque capsule pourrait donner une idée exacte de leur nombre, et j'ai constaté que les capsules des trois séries renfermaient bien à peu près le même poids moyen de graines : les capsules autofécondées sont pourtant très légèrement plus lourdes (1).

L'on peut tirer de ces expériences cette conclusion que *les fleurs de NICOTIANA SILVESTRIS sont à peu près également fertiles*

type : sur chaque plante les différentes fleurs sont représentées par les lettres *a, b, c, ..* dont la place dans une des premières colonnes du tableau indique en même temps la date de la castration (ou de la mise en expérience, s'il s'agit de boutons à autopoliniser). Le traitement subi par ces fleurs est indiqué vis-à-vis de chacune d'elles, et le signe + placé en face les mots P. directe, P. indirecte, P. croisée sert à préciser le moment où la pollinisation a été effectuée. Les dernières colonnes indiquent l'évolution des fleurs et les particularités des fruits produits (dimension, nombre et poids des graines, etc.).

(1) Darwin a constaté, chez le *Nicotiana Tabacum*, une différence analogue mais plus exagérée entre les résultats de la pollinisation directe et de la pollinisation croisée : « Les semences de dix capsules croisées pèsent 2,06 grains, tandis que celles de dix capsules autofécondées pèsent 3,09 grains, c'est-à-dire dans la proportion de 100 à 150. »

après les pollinisations directe, indirecte et croisée. Mais il semblerait qu'elles présentent leur maximum de fécondité lorsqu'elles sont autopollinisées. Ce résultat tendrait à montrer que l'auto-fécondation est le mode de fécondation ordinaire de ces fleurs.

DATURA STRAMONIUM

L'observation des fleurs gamopétales du *Datura Stramonium*

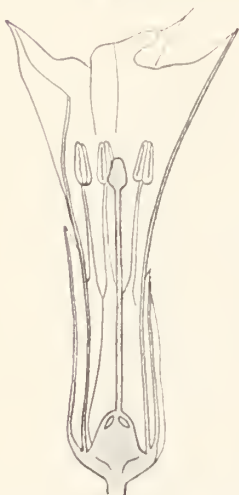


FIG. 4. — Fleur de *Datura Stramonium*. (Section longitudinale.)

ne renseigne qu'imparfaitement sur leur mode de fécondation habituelle. Leur structure paraît favoriser la pollinisation directe, car les anthères arrivent à la hauteur du stigmate et celui-ci est toujours abondamment recouvert de pollen au moment de l'ouverture de la fleur (fig. 4). Elles sont aussi susceptibles d'être visitées par les insectes, et de subir par leur intermédiaire une pollinisation étrangère, mais cette alternative n'est possible que pendant le temps assez court du parfait épanouissement de la corolle.

Ces fleurs se prêtent très bien à l'expérimentation à cause de leur grande taille; elles m'ont servi à établir la série de pollinisations suivante :

Mise en expérience. — Les pieds de *Datura* utilisés pour ces expériences ont poussé spontanément dans des plate-bandes en friche; ils ont été transplantés dans des pots avant leur floraison et ils y ont pris la plupart un développement considérable.

Castration. — A mesure que des boutons approchent de leur épanouissement, ils sont mis en expérience: leur castration ne présente aucune difficulté, car les anthères n'entrent en déhiscence que tardivement; on les saisit facilement intactes, soit en pratiquant à leur niveau une fente dans le calice et la corolle, soit simplement en écartant les bords supérieurs encore cohérents de la corolle; les deux méthodes donnent de bons résultats.

Mise en sac. — Tous ces boutons et d'autres non châtrés sont intro-

druits dans des sacs de gaze, mais la petitesse du pédoncule qui les porte empêche de les y enfermer complètement; la coulisse est seulement serrée autour de la base du calice. De cette façon les fleurs sont imparfaitement maintenues et il m'est arrivé d'en trouver quelques-unes qui s'étaient déplacées d'un jour à l'autre par suite de la croissance de la plante et avaient pu abandonner l'intérieur de leur sac.

Pollinisation. — Aussitôt les fleurs épanouies, elles sont pollinisées; elles subissent, comme d'ordinaire, quatre traitements distincts :

Pas de pollinisation,
Pollinisation directe,
— indirecte,
— croisée.

Pour réaliser la pollinisation indirecte, il faut que deux fleurs s'épanouissent en même temps sur la même plante; ce fait n'est pas très fréquent.

Fructification. — Très tôt après la pollinisation le calice se détache circulairement à sa base en entraînant la corolle et le style; les fleurs sont ainsi réduites à leur ovaire. Les ovaires qui ont été fécondés s'agrandissent rapidement et se transforment en fruits volumineux tout couverts d'épines. Ces fruits sont enfermés avant leur maturité dans des sacs de gaze destinés à recueillir les graines, qui pourraient tomber quand ils s'ouvriraient. Ils sont récoltés au moment de leur déhiscence, et il est pris un compte exact des nombreuses graines qu'ils renferment; les graines avortées ou de trop petite dimension sont tenues pour nulles.

Cette série de pollinisations dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints m'a donné les résultats suivants :

1° *Les fleurs non pollinisées se sont toutes flétries.*

2° *Les fleurs pollinisées ont toutes, pour ainsi dire, donné des fruits; mais leur mensuration et surtout la numération des graines, qu'ils contiennent, révèlent une certaine différence dans l'efficacité des différents modes de pollinisation : les fruits autofécondés renferment en moyenne un plus grand nombre de graines que les fruits indirects, et ceux-ci un plus grand nombre de graines que les fruits croisés.*

Bien que le petit nombre de fleurs expérimentées n'autorise aucune conclusion certaine, ces quelques pollinisations semblent pourtant indiquer que les fleurs du *Datura Stramonium* présentent leur maximum de fertilité après pollinisation directe et leur minimum, après pollinisation croisée.

DATURA STRAMONIUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE				FLEURS ÉPANOUIES						TRAITEMENT MÊME À CES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES le 30 août et le 9 octobre.	LONGUEUR DE CHAQUE CAPSULE (en millim.)	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule.	
	Juin	Juill.	Août		Juin			Août							
	25-27	31	3	8	27	28	29	3	4	9					
N ^o															
1	a						+				P. indirecte.	Capsule.	30	445	
	b						+				P. directe.	»	22	46	
2	a					+					P. directe.	»	10	4	
	b										P. croisée.	»	22	41	
3	a							+			P. directe.	o			
	b							+			P. indirecte.	Capsule.	30	144	
4	a										Pas de poll ^{on} .	o			
5	a										Pas de poll ^{on} .	o			
	b				+						P. croisée.	Capsule.	23	91	
6	a						+				Pas de poll ^{on} .	o			
	b							+			P. croisée.	Capsule.	22	30	
	c							+			P. directe.	»	23	247	
7	a							+			P. directe.	»	20	64	
	b										Pas de poll ^{on} .	o			
8	a										P. directe.	Capsule.	43	619	
	b								+		P. indirecte.	Capsule.	35	419	
	c									+	P. directe.	»	41	488	
	d									+	P. directe.	»	47	853	
	e									+	P. directe.	»	40	398	
	f									+	P. indirecte.	»	27	148	
9	a								+		P. directe.	»	36	379	
	b								+		P. croisée.	o			
10	a										Pas de poll ^{on} .	o			
	b									+	P. directe.	Capsule.	48	779	
	c									+	P. directe.	»	44	628	
11	a									+	Pas de poll ^{on} .	o			
	b									+	P. croisée.	Capsule.	35	328	

DATURA STRAMONIUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience.	DE CAPSULES produites	MOYEN DE GRAINES par capsule
Pas de pollinisation.	6	0	
Pollinisation directe.	12	11	409
Pollinisation indirecte.	4	4	289
Pollinisation croisée.	5	4	122

L'étude d'une autre Solanée, le *Nicotiana silvestris*, m'a donné comme une première indication de cette manière d'être, et il se peut que d'autres expériences ultérieures démontrent que la pollinisation croisée est bien réellement inférieure dans certains cas à la pollinisation directe.

CHELIDONIUM MAJUS

L'observation des fleurs de Chélidoine (*Chelidonium majus*) ne donne aucune indication sur leur biologie. Au moment de l'épanouissement, quand les pétales se déplient et s'écartent, le centre de la fleur est occupé par un volumineux faisceau d'étamines déhiscentes dominé au milieu par le stigmate ; l'abondance du pollen est telle que le stigmate doit toujours être pollinisé de façon directe (fig. 5), mais les insectes en visitant les fleurs doivent réaliser aussi fréquemment sinon toujours la pollinisation indirecte et la pollinisation croisée. Pour expliquer la très grande fertilité des fleurs, il faudrait connaître la valeur relative des différents modes de pollinisation, et j'ai pensé qu'il suffisait pour cela d'instituer la série d'expériences, qui suit :

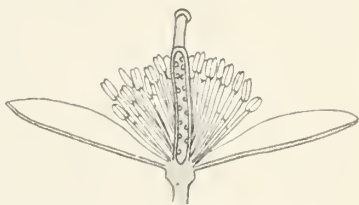


FIG. 5. — Fleur de *Chelidonium majus*.
(Section longitudinale.)

Mise en expérience. — Au commencement d'avril je choisis donc plusieurs pieds de Chélidoine et je les transplante avec soin dans des pots ; ils continuent régulièrement leur végétation et lorsqu'ils commencent à fleurir (18 avril), je choisis plusieurs inflorescences pour mettre sur chacune d'elles quelques fleurs en expérience.

Castration. — La castration doit être pratiquée sur des boutons jeunes parce que les anthères entrent en déhiscence de très bonne heure. Cette opération présente une certaine difficulté à cause de la fragilité extrême de cette plante, qui se flétrit aux endroits meurtris en laissant écouler un abondant latex jaune. Toute mutilation du péricarpe étant par conséquent impossible, je dois attendre pour châtrer les boutons le moment où les deux sépales d'abord cohérents se séparent facilement sous une légère

pression de la pince ; les pétales chiffonnés se déplient presque d'eux-mêmes et il est facile de saisir les étamines par leur filet.

Mais pratiquée à ce moment de l'épanouissement de la fleur, la castration est loin d'être rigoureusement efficace, car les anthères portent parfois déjà à leur surface un peu de pollen pulvérulent. Mais j'ai dû me contenter de cette castration imparfaite, qui a pu même réaliser dans certains cas une autopolinisation accidentelle ; j'en tiendrai compte dans l'examen des résultats.

Mise en sac. — Les inflorescences d'expérience sont isolées sous des sacs de gaze fine.

Pollinisation. — Puis aussitôt que les fleurs s'épanouissent, et elles s'épanouissent très rapidement, je pratique les pollinisations directe, indirecte et croisée : le pollen est pris pour la pollinisation indirecte sur les fleurs autofécondées de la même inflorescence, et pour la pollinisation croisée sur des fleurs appartenant à des pieds très éloignés des précédents.

Fructification. — Le 4 mai je constate que la plupart d'entre elles ont leur pistil déjà très allongé ; toutes ces fleurs donnent en effet des fruits ; ceux-ci jaunissent rapidement et arrivent à maturité le 30 mai.

Pendant toute la durée des expériences les plantes sont restées à l'intérieur d'une pièce bien aérée au voisinage d'un large vitrage.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, conduit aux résultats suivants :

1° La plupart des fleurs non pollinisées se sont flétries, mais quelques-unes ont donné des fruits. Ceux-ci s'expliquent par le seul fait de l'insuffisance de la castration ; certaines fleurs ayant pu, comme je l'ai signalé, se trouver pollinisées avec leur propre pollen.

2° Les fleurs des trois autres lots :

Pollinisation directe,
— indirecte,
— croisée,

ont toutes pour ainsi dire donné des fruits, et ces fruits sont sensiblement *égaux*.

Les fruits croisés semblent bien avoir une longueur moyenne un peu plus grande et renfermer des graines un peu plus nombreuses, mais il s'agit de différences minimes, qui sont peut-être fortuites.

L'on peut tirer de ces expériences cette conclusion que *les*

CHELIDONIUM MAIUS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	INFLO- RESCENCES	FLEURS CHATREES OU MISES EN EXPÉRIENCE							TRAITEMENT SUBI A CES DATES ou le lendemain par ces fleurs	SILIQUES RÉCOLTÉES le 30 mai	LONGUEUR DE CHAQUE SILIQUE (en millim.)	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque silique.	
		Avril.											
		19 m	20 s	20 s	21 s	23 m	23 s	25					
1	A	a							{	o	{		
		b								Silique.		36	
	B				c					»		42	
					d					»		43	
					e					o			
						f				o			
	C			a					{	Silique.	45	{	
		e			b					»	40		
					d					Silique.	46		
					e					»	47		
					c					»	46		
	2	A			a					{	Silique.	50	{
					b						»	50	
					c						»	50	
					d						»	53	
				e					»		55		
B									{	o	{		
					f					o			
		d			a					Silique.		40	
					b					»		38	
					c					»		46	
				e				Silique.	39				
C									{	Silique avortée.	26	{	
					f					o			
					a					Silique.	39		
					b					»	45		
				c				»		33			
3	A								{	»	{		
					d					»		37	
					e					»		32,5	
					f					Silique avortée.		28	
					a					o			
	B								{	Silique.	33	{	
					b					o			
					c					o			
					d					o			
					e					o			
	C								{	Silique.	32,3	{	
		a			b					»	42		
					d					»	42		
					e					Silique.	40		
					a					»	40		
4	A								{	Silique.	40	{	
					b					»	37		
					c					»	38		
					d					»	45		
					e					Silique.	30		
	B								{	»	32	{	
					f					»	42		
		d			a					»	45		
					b					Silique.	40		
					c					»	38		
	C									{	»	45	{
					a				Silique.		30		
					b				»		32		
					c				»		42		
					d				»		45		
D								{	»	40	{		
				a					Silique.	45			
				b					»	40			
				c					»	48			
				d					»	52			

CHELIDONIUM MAJUS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE SILIQUES produites	MOYEN de bonnes graines par silique
Pas de pollinisation ou pollinisation directe accidentelle.	18	5	12
Pollinisation directe.	11	11	22
Pollinisation indirecte	11	9	21
Pollinisation croisée.	17	15	26

fleurs de CHELIDONIUM MAJUS sont à peu près également fertiles après les pollinisations directe, indirecte et croisée. Ce fait suffit à expliquer la très grande fécondité de l'espèce.

ŒNOTHERA BIENNIS

L'observation des fleurs d'*Œnothera biennis* montre qu'elles sont légèrement *protérandres* ; les anthères arrivent à maturité à l'intérieur du bouton, tandis que ce n'est qu'après l'épanouissement des fleurs que le stigmate atteint son complet développement par l'écartement de ses quatre longs lobes cylindriques (fig. 6).



FIG. 6. — Fleur d'*Œnothera biennis*.
(Section longitudinale.)

Ces fleurs offrent en outre cette curieuse particularité de ne s'ouvrir que pendant la nuit ; on les voit étaler au clair de lune largement leur corolle, qu'elles maintiennent toujours fermée pendant le jour. D'ailleurs, d'après les auteurs, il semble que la rapidité et la durée de leur épanouissement soit variable. Les fleurs

que j'ai observées s'épanouissaient vers 9 heures du soir : les branches stigmatiques d'abord accolées ne tardaient pas à s'écarter ; elles restaient ainsi susceptibles d'être pollinisées toute la nuit, jusqu'au moment où, avec les premiers rayons du soleil, leur corolle se refermait pour ne plus s'ouvrir. Et le soir du même jour elles étaient complètement flétries. Il convient d'ajouter que ces observations avaient lieu au mois d'août et par une température exceptionnellement chaude (1).

Telle que je viens de la décrire cette structure des fleurs paraît très favorable à l'autopollinisation. Celle-ci en effet semble devoir se réaliser spontanément, puisque, lors de leur maturité à l'intérieur des boutons, les anthères sont précisément situées au contact du stigmate.

Cette plante même n'a pas été l'objet d'études expérimentales ; mais sur une espèce voisine l'*Oenothera Lamarckiana* M. H. de Vries a été conduit à faire de nombreuses pollinisations au cours de ses recherches si remarquables sur les mutations ; il n'a d'ailleurs expérimenté qu'un seul procédé, l'autopollinisation. S'attachant surtout à démontrer la persistance des espèces nouvelles qu'il découvre, et arrivant à son but par l'autopollinisation des fleurs, grâce aux résultats positifs, qu'elle lui a constamment donnés, il n'a pas eu à rechercher la valeur des autres modes de pollinisation (2).

Je me suis proposé d'étudier chez l'*Oenothera biennis* les effets des pollinisations directe, indirecte et croisée.

Mise en expérience. — Pour ces recherches, je dispose d'un grand nombre de pieds, qui ont fleuri spontanément dans des plates-bandes en friche.

Castration. — Sur une inflorescence, dont les boutons sont toujours inégalement développés, il faut avoir soin de s'adresser pour opérer la

(1) D'après KERNER v. MARILAUN la floraison de chaque fleur durerait deux nuits. Pflanzenleben, II Band, Leipzig et Vienne, 1891.

(2) Voir HUGO DE VRIES. *Die Mutationstheorie*. Erster Band. Leipzig, 1901, p. 151 à 367. *Die Entstehung von elementaren Arten in der Gattung Oenothera*, et le résumé qui en a été publié en français : *Recherches expérimentales sur l'origine des espèces*, par M. Hugo de Vries. Revue générale de botanique, t. XIII, 1901, p. 6 à 17.

ŒNOTHERA BIENNIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	INFLO- RESCENCES	FLEURS CHÂTRÉES					FLEURS ÉPANOUIES						TRAITEMENT	CAPSULES	LONGUEUR DE CHAQUE CAPSULE au 9 août (en mill.)	NOMBRE DE BONNES GRAINES DANS chaque capsule mère.
		OU MINÉES EN expérience					POLLINISABLES									
		Août					Août									
		Juillet					1	2	2	3	4	5				
30	31	1	2	3	5 h m.	5 h m.	10 h. s.	5 h m.	5 h m.	5 h m.						
N ^{os}																
1	Inf ^{ée} terminale (fleurs prises de bas en haut).	a					+						P. directe.	Capsule.	27	152
		b					+						P. directe.	»	30	149
		c					+						P. indirecte.	»	26	162
		d						+					P. directe.	»	27	185
		e						+					P. indirecte.	»	26	192
		f								+			P. directe.	»	26	168
			g							+			P. indirecte.	»	22	155
			h								+		P. directe.	»	20	157
2	Inf ^{ée} terminale.	a					+					P. croisée.	Capsule.	28	664	
		b					+						»	25		
		c					+						»	23		
			d						+				»	24		
3	Inf ^{ée} terminale.	a						+				P. indirecte.	Capsule.	23	160	
		b						+				P. directe.	»	20	161	
		c								+		P. indirecte.	»	19	154	
		d								+		P. directe.	»	20	252	
		e									+	»	»	19		
4	Inf ^{ée} terminale.	a						+				Pas de poll.	o	o		
				b							+					
5	Inf ^{ée} terminale.	a					+					P. croisée.	Capsule.	26	913	
			b					+					»	20		
			c						+				»	18		
				d							+		»	18		
				e							+		»	15		
					f								+	»		15
6	Inf ^{ée} terminale.	a								+		Pas de poll.	o fruit. [2 fruits accidentels].		[70] [60]	
			b								+					
				c							+					
				d							+					
					e											+
					f											+
7	Inf ^{ée} terminale.	a							+			P. croisée.	Capsule.	20	928	
				b							+			»		20
											+			»		18
					c						+			»		18
					d						+			»		18
					e						+			»		18
					f						+			»		18
													+	»		18

1. Les capsules mûres ont toutes la même dimension 25 à 32 millimètres de longueur.

1. Les capsules mûres ont toutes la même dimension 25 à 32 millimètres de longueur.

ŒNOTHERA BIENNIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES (*suite*).

PLANTES	INFLO- RESCENCES	FLEURS CHATREES					FLEURS ÉPANOUIES						TRAITEMENT SUBI A CES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES le 15 sept	LONGUEUR DE CHAQUE CAPSULE au 9 août (en mill)	NOMBRE DE BONNES GRAINES DANS chaque capsule mûre
		OP. MISES EN expérience					POLLINISABLES									
		Août					Août									
		Juillet					1	2	3	4	5					
30	31	1	2	3	5 h m	5 h m	10 h s	5 h m	5 h m	5 h m						
N ^o 8	Inf ^{er} terminale.	a						+				P. directe.	Capsule	27	179	
		b						+				P. indirecte.	»	26	184	
		c						+				»	»	25	190	
		d						+				P. directe.	»	25	188	
				e							+	P. indirecte.	»	21	198	
				f							+	P. directe.	»	23	184	
9	Inf ^{er} terminale.	a							+		Pas de poll.	o				
10	Inf ^{er} A terminale.	a							+			P. directe.	Capsule.	28	218	
		b							+			P. indirecte.	»	23	139	
		c							+			P. directe.	»	27	192	
		d							+			P. indirecte.	»	23	181	
		e							+			P. directe.	»	25	185	
		f							+			P. indirecte.	»	24	168	
		g									+	P. directe.	»	25	148	
		h									+	P. indirecte.	»	21	187	
	B latérale. C latérale.			i							+	P. directe.	»	22	151	
		a		j						+	+	P. indirecte.	»	22	180	
				b							+	P. croisée.	Capsule.	22		
		a							+		+	»	»	21	327	
11	A B C D	a					+					P. directe ou Autopoll. spontanée.	Capsule.	20	148	
		d					+						»	22		
		b						+					»	17	295	
		a					+						»	20		
		b					+						»	17	448	
		c						+					»	16		
		a						+					»	16	128	
														»		

ŒNOTHERA BIENNIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience.	DE CAPSULES produites.	MOYEN de bonnes graines par capsule
Pas de pollinisation.	11	[2]	[65]
Pollinisation directe.	23	23	156
Pollinisation indirecte.	13	13	173
Pollinisation croisée.	18	18	157

castration à ceux d'un développement moyen, car si l'on prend des boutons trop jeunes, les longues anthères, adhérentes à leur filet, ne se laissent pas facilement arracher, et dans les boutons trop âgés les anthères sont excessivement friables et ne peuvent plus être enlevées intactes. L'opération réussit au contraire facilement si l'on prend les boutons intermédiaires (1).

Mise en sac. — Les fleurs ne pouvant pas être isolées facilement les unes des autres, à cause de leur situation trop près de l'axe, l'inflorescence tout entière est placée dans un sac.

Pollinisation. — Les inflorescences sont partagées en trois séries :

Première série : Toutes les fleurs sont châtrées et laissées comme témoins.

Deuxième série : Les fleurs sont les unes laissées intactes, et les autres châtrées, les premières pour subir la pollinisation directe, et les secondes, la pollinisation indirecte.

Dans les rares cas où j'ai eu deux inflorescences sur la même plante, ces deux modes de pollinisation ont été pratiqués dans des sacs différents.

Troisième série : Les fleurs sont toutes châtrées pour subir la pollinisation croisée.

Sur chaque inflorescence un certain nombre de boutons sont expérimentés ; les autres sont supprimés.

La pollinisation des fleurs épanouies est relativement facile, car le pollen est disposé en bandes filamenteuses, qui adhèrent facilement aux branches stigmatiques.

Fructification. — Le flétrissement du calice et de la corolle est très rapide, et les fleurs sont très tôt réduites à leur ovaire ; pendant que les ovaires des fleurs-témoins ne sont le siège d'aucune modification, les ovaires fécondés se développent en fruits, qui sont déjà apparents 48 heures après la pollinisation (2).

Pour éviter le mélange des graines les capsules sont récoltées avant leur déhiscence au moment où leur extrémité supérieure commence à se dessécher. Les graines sont d'ailleurs toutes mûres.

(1) L'état le plus favorable pour la castration est celui où les anthères sont encore à peine dépassées par l'extrémité du stigmate ; il correspond dans mes expériences aux boutons, qui ont 21 à 22 millimètres de long.

(2) Les fruits mesurés deux jours après les dernières pollinisations, donnent des résultats un peu différents pour chaque série :

Pollinisation directe.	24 millimètres.
— indirecte.	22 —
— croisée.	20 —

mais ils s'égalisent rapidement et sont tous à peu près égaux à leur maturité.

Cette série de pollinisation, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

1^o Les fleurs châtrées non pollinisées se sont en général flétries ; deux d'entre elles cependant ont donné des fruits, qui sont sans doute des fruits accidentels.

2^o Les fleurs pollinisées par les trois procédés ont toutes sans exception donné des fruits. Ces fruits sont tous équivalents et renferment un nombre de graines presque égal.

Il ressort donc de ces expériences que *les fleurs d'ONOTHERA BIENNIS sont également fertiles après les pollinisations directe, indirecte et croisée.*

SAPONARIA OFFICINALIS

Le développement des anthères et des stigmates des fleurs de *Saponaria officinalis* présente une particularité notée depuis longtemps, d'où est née l'opinion qui a généralement cours sur leur mode de pollinisation.

Ces fleurs en effet sont très nettement protérandres. Elles passent au moment de leur épanouissement par deux états successifs, qui ont les caractères suivants :

Le premier état, qu'on pourrait appeler l'état mâle, est marqué par le seul développement des étamines, qui apparaissent hors du tube de la corolle, pendant que les deux styles incomplètement développés demeurent cachés dans sa profondeur (fig. 7). Sur les 10 étamines disposées en deux cercles concentriques, ce sont les 5 externes qui se montrent tout d'abord, arrivent à maturité et se fanent en retombant sur la partie horizontale des pétales ; elles sont bientôt remplacées par les 5 autres étamines du cercle interne, qui évoluent de la même façon. Et ce n'est qu'après la mort de l'androcée que survient le second état qui mérite le nom d'état femelle. Les styles apparaissent enfin au dehors, s'allongent au-dessus de la fleur et en s'écartant mettent à jour leur surface stigmatifère, alors que tout le pollen de la fleur a disparu (fig. 8).

Il semble donc que sur ces fleurs la pollinisation ne puisse se faire naturellement que grâce au pollen d'autres fleurs de même espèce apporté soit par le vent, soit par les insectes.

J'ai pensé qu'il était intéressant de réaliser expérimentalement l'autopollinisation, qui semble impossible dans les conditions naturelles de la plante. D'ailleurs elle n'a été étudiée à ce point de vue par aucun auteur. J'ai étendu mes recherches aux différents modes de pollinisation, et comme d'habitude j'ai essayé les pollinisations directe, indirecte et croisée.



FIG. 7. — Fleur jeune de *Saponaria officinalis*.

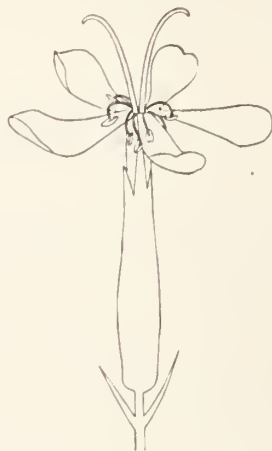


FIG. 8. — Fleur âgée de *Saponaria officinalis*.

Mise en expérience. — Ces expériences ont été faites sur une large touffe sauvage opérée sur place.

Castration. — La castration ne peut être pratiquée qu'après avoir fendu latéralement le calice dont les deux parties sont ensuite maintenues par un fil.

Mise en sac. — Les boutons destinés aux expériences sont répartis dans des sacs différents suivant les traitements qu'ils doivent subir.

Pollinisation. — J'attends pour déposer le pollen sur les surfaces stigmatiques qu'elles soient nettement divergentes.

Comme l'autopollinisation ne peut avoir lieu qu'avec les quelques grains de pollen demeurés autour des anthères flétries, j'ai le soin dans un certain nombre de cas de conserver sous des verres de montre étiquetés les anthères enlevées lors de la castration, et qui me fournissent alors un pollen abondant lorsqu'arrive le moment de la pollinisation.

SAPONARIA OFFICINALIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

FLEURS OU GROUPE DE FLEURS enfermés dans un même sac.	FLEURS CHÂTRÉES OU MISES en expérience.			LES STIGMATES ARRIVENT À MATURITÉ					TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs.	CAPSULES RÉCOLTÉES le 30 août.	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule
	Juillet			Juillet							
	14	15	18	17 m.	17 s.	18	19	22			
A	a			+					Pas de poll.	0	
B	b			+						0	
C	a			+						0	
	b			+						0	
	c			+						0	
	d			+						0	
D			a b					+	+	0	
E	a				+					0	
F	a			+					P. directe (fleurs non châtrées).	Capsule.	66
	b			+						»	207
	c			+						»	
G	a			+						»	
	b			+						»	200
	c			+						»	
H		a					+		P. directe (fleurs châtrées) pollen conservé.	»	52
I	a						+			»	52
J	a			+						»	262
K	b				+					»	
	a						+			»	
	b						+			»	
L			a b c					+	P. directe (fleurs châtrées) pollen conservé.	Capsule.	
								+		»	145
			a					+		»	
M			a					+		»	2
N			a					+		»	55
O			a					+		»	65
P			a					+	»	54	
Q								+	P. indirecte.	Capsule.	55
R	a			+						»	188
	b				+					»	
	c				+					»	
S	a									»	139
	b									»	
									»		
T		a			+				P. indirecte.	»	316
		b								»	
		c								»	
		d						+		»	
		e						+		»	
		a						+		»	
U					+				P. croisée.	»	69
V	a				+					Capsule	61
W	a				+					»	195
	b				+					»	
	c				+					»	
X	a				+					»	68
Y					+				»	70	
		a							P. croisée.	»	509
		b								»	
		c								»	
		d						+		»	
		e						+		»	
		f						+		»	
		g						+	»		
		h						+	»		

SAPONARIA OFFICINALIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN le nombre graines par capsule.
Pas de pollinisation.	10	0	0
Pollinisation directe.	20	19 ¹	64
Pollinisation indirecte.	12	12	65
Pollinisation croisée.	14	14	65

1. Ajouter une capsule petite qui ne renferme que 2 graines.

Quant aux pollinisations indirecte et croisée, elles n'offrent pas les mêmes causes d'incertitude; il suffit que le pollen soit pris sur des fleurs jeunes épanouies appartenant à la même plante ou des plantes distinctes.

Fructification. — Les fleurs fécondées se flétrissent rapidement, et elles donnent des fruits, qui sont récoltés au moment de leur déhiscence.

Les fleurs non pollinisées restent beaucoup plus longtemps épanouies; leur ovaire subit même quelquefois un léger accroissement, mais elles demeurent stériles.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants:

1° Les fleurs châtrées non pollinisées n'ont donné aucun fruit;

2° *Les fleurs pollinisées ont toutes donné des fruits et les fruits des trois séries ont même aspect et renferment exactement le même nombre moyen de graines.*

N'est-il pas intéressant de constater ainsi, que sur cette plante, qui paraît disposée uniquement en vue de l'hétéropollinisation, la pollinisation directe artificiellement réalisée a révélé ses aptitudes insoupçonnées à l'autofécondation?

GILIA TRICOLOR

Les expériences entreprises sur cette plante et les résultats obtenus sont pour ainsi dire calqués sur ceux dont la Saponaire a été l'objet.

Comme la Saponaire, le *Gilia tricolor* est nettement protérandre.

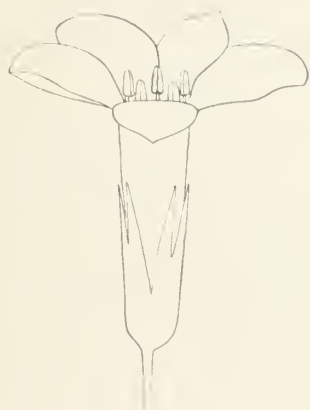


FIG. 9. — Fleur jeune de *Gilia tricolor*.



FIG. 10. — Fleur âgée de *Gilia tricolor*.

Au moment de l'épanouissement, les anthères au nombre de 5 sont disposées à l'orifice du tube corollin et leur déhiscence s'opère bien avant que le stigmate n'apparaisse (fig. 9). Ce n'est qu'un temps plus ou moins long après la disparition de toute trace de pollen que le style émerge au-dessus des pétales et que son extrémité se divise en trois segments arqués, qui portent les surfaces stigmatiques (fig. 10).

Ces fleurs paraissent donc ne pouvoir se polliniser elles-mêmes et être naturellement adaptées à l'hétéropollinisation.

J'étudie sur cette plante, qui n'a pas encore été expérimentée, les différents modes de pollinisation.

Mise en expérience. — Les pieds étudiés proviennent de semis faits dans des pots.

GILIA TRICOLOR. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

POTS	FLEURS OU GROUPES de fleurs mises dans un même sac.	FLEURS CHÂTRÉES ou mises en expérience le 15 juillet.	LE STIGMATE ARRIVE A MATURITÉ Juillet			TRAITEMENT SUBI A CES DATES par ces fleurs.	CAPSULES RÉCOLTÉES le 7 août	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule.
			16	17	18			
1	A	a		+		Pas de poll.	0	
		b		+			0	
	B	a	+			P. directe.	Capsule.	11
		b	+				»	
2	C	a		+		P. directe.	0	7
		b		+			0	
	D	a		+		P. indirecte.	Capsule.	21
		b		+			»	
	A	a	+			P. directe.	»	17
		b			+		»	9
	B	a			+	P. indirecte.	»	13
		b		+			»	21
3	C	a		+		P. indirecte.	»	15
		b		+			0	
	D	a	+			P. croisée.	Capsule.	21
		b	+				»	
	A	a		+		P. directe.	»	3
		b		+			0	0
	B	a	+			P. indirecte.	Capsule.	7
		b		+			»	14
4	C	a		+		P. indirecte.	»	8
		b		+			»	
	D	a	+			P. croisée.	»	26
		b	+				»	
	E	a		+		P. croisée.	»	6
		b		+			0	
	A	a		+		Pas de poll.	0	
		b		+			0	
5	B	c		+		P. croisée.	0	
		d		+			0	
	B	a		+		P. croisée.	Capsule.	15
		b		+			»	21
	A	a			+	P. directe.	»	11
		b			+		»	12
	B	a			+	P. indirecte.	»	22
		b			+		»	
	C	a	+			P. croisée.	»	17
		b		+			»	14
	D	a		+		P. directe.	»	12
		b		+			»	17
6	E	c		+		P. directe.	»	17
		d		+			»	17
	E	a	+			P. indirecte.	»	12
		b		+			»	15
	F	a	+			P. croisée.	»	2
		b		+			»	15
	G	a		+		P. directe.	»	
		b		+			»	
	H	a		+		P. indirecte.	»	22
		b		+			»	
	A	c			+	P. croisée.	»	6
		d			+		»	7
					+		0	19

GILIA TRICOLOR. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience.	DE CAPSULES produites.	MOYEN de bonnes graines par capsule.
Pas de pollinisation.	7	0	
Pollinisation directe.	17	14	12,1
Pollinisation indirecte.	14	13	12
Pollinisation croisée.	13	12	11,6

Castration. — La castration s'opère sur ces fleurs sans qu'il soit nécessaire de fendre la corolle; dans les boutons jeunes les anthères sont suffisamment résistantes pour être enlevées intactes.

Mise en sac. — Des nombreuses fleurs que portent ces plantes, je n'en conserve qu'un petit nombre, qui sont enfermées dans des sacs isolément ou par groupe pour subir les traitements ordinaires.

Pollinisation. — Elles sont pollinisées lorsque les stigmates sont nettement divergents. En raison de la déhiscence prématurée des anthères les fleurs autopolinisées ne reçoivent qu'une faible quantité de pollen.

Fructification. — Les fleurs non pollinisées restent longtemps épanouies sans se faner, tandis que les fleurs pollinisées se flétrissent rapidement et qu'elles donnent des capsules, qui arrivent à maturité trois semaines après la pollinisation.

Pendant toute la durée des expériences, les plantes bien que placées dans des pots sont restées à l'air libre.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants:

1° Les fleurs châtrées non pollinisées n'ont donné aucun fruit;

2° Les fleurs pollinisées ont en presque totalité donné des fruits, et les fruits des trois séries renferment le même nombre moyen de graines.

Bien que la disposition même des différents organes de ces fleurs rende, pour ainsi dire, nulles dans les circonstances ordinaires les chances d'autopollinisation, nous voyons, d'a-

près le résultat de nos expériences, qu'elles ne sont pas moins fertiles par fécondation directe que par les autres modes de fécondation.

LUNARIA BIENNIS

Un certain nombre de Crucifères ont été de la part de quelques auteurs (1) l'objet d'expériences de pollinisation; malgré la constance de la structure de la fleur dans les différents espèces, leurs propriétés physiologiques ont accusé d'assez grandes différences; les unes se sont montrées autostériles, les autres autofertiles, et d'autres enfin ont paru tenir le milieu entre les précédentes. Les deux séries de pollinisation, que j'ai instituées sur les Cruci-

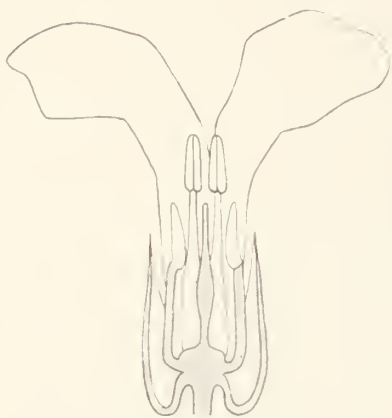


FIG. 11. — Fleur de *Lunaria biennis*.
(Section longitudinale.)

fères (*Lunaria biennis* et *Brassica oleracea*) confirment ces résultats.

La disposition bien connue des anthères par rapport au pistil dans les fleurs de Lunaire peut faire préjuger de la fréquence possible des différents modes de pollinisation (fig. 11).

(1) FR. HILDEBRAND. *Die Geschlechter Vertheilung bei den Pflanzen*. Leipzig, 1867, p. 70.

H. MÜLLER. *Befruchtung der Blumen*. Leipzig, 1873, p. 138.

COMES, l. c., 1874, 1875, 1879.

KIRCHNER. *Flora von Stuttgart*. Stuttgart, 1888, p. 302, 303, 313.

FR. HILDEBRAND. *Einige biologische Beobachtungen. Ueber Selbststerilität bei einigen Cruciferen*. Berichte der D. Bot. Gesells., 1896, p. 324.

W. O. FOCKE. *Ueber die Unfruchtbarkeit bei Bestäubung mit eigenem Pollen*. Abhandl. Natw. Ver. Bremen, XII, 3, 1893, p. 409-416 et 495-496, et *Neue Beobachtungen über Artenkreuzung und Selbststerilität*. Id., XIV, 2, 1897, p. 297-304.

LUND et KJAERSKOV. *Botanischer Jahresbericht* (Just), 1885, I. p. 753.

Serrées dans le tube, que forme la base de la corolle, les étamines ou tout au moins les plus longues d'entre elles élèvent leurs anthères tout à côté et au-dessus du stigmate ; il s'ensuit que les grains de pollen sont naturellement destinés à entrer en contact avec lui (autopollinisation), et l'on conçoit d'autre part la facilité avec laquelle les insectes peuvent apporter sur ce même stigmate presque à découvert le pollen d'autres fleurs (hétéropollinisation).

Cette plante n'a pas encore été étudiée au point de vue qui nous occupe, c'est ce qui m'a engagé à entreprendre les expériences suivantes :

Mise en expérience. — Les plantes dont je dispose sont des plantes en pots.

Castration. — Il importe de choisir pour opérer la castration des boutons jeunes, sur lesquels la corolle commence à peine à dépasser le calice ; malgré l'étroit rapprochement des pétales et des sépales ils se laissent assez facilement écarter pour que le bouton puisse être maintenu ouvert ; il suffit alors de saisir avec l'extrémité d'une pince l'anthère dont le filet se brise assez facilement ; une petite difficulté se présente pour les petites étamines, qui sont plus profondément situées et plus adhérentes, mais avec un peu d'habitude, elle est facilement surmontable. Lorsque l'opération est terminée on referme le bouton ; il a l'air intact.

Mise en sac. — Pour des raisons, qui dépendent de la structure et du mode de croissance des plantes, je suis obligé d'enfermer dans un même sac plusieurs boutons, qui tous alors sont soumis au même traitement.

Ayant observé que la déhiscence des anthères des grandes et des petites étamines était loin d'être simultanée, et qu'il n'était pas rare de voir des fleurs épanouies, dans lesquelles les petites anthères sont encore fermées, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner séparément l'autopollinisation réalisée soit par les grandes, soit par les petites, d'autant plus que le plus souvent c'est par les premières seules que s'opère la fertilisation.

En conséquence, au lieu des quatre séries d'expériences habituelles, j'institute les 5 suivantes :

Première série : Inflorescences à fleurs entièrement châtrées : Pas de pollinisation.

Deuxième série : Inflorescences à fleurs privées de leurs petites étamines : Pollinisation par les grandes.

Troisième série : Inflorescences à fleurs privées de leurs grandes étamines : Pollinisation par les petites.

LUNARIA BIENNIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	INFLORESCENCES		FLEURS CHATREES OU MISES EN EXPÉRIENCE						FLEURS ÉPANOUIES POLLINISABLES						TRAITEMENT		SILICULES		LONGUEUR DE CHAQUE SILICULE (en mill.)	NOMBRE DE BOSES GRAINES dans chaque silicule		
	Nos	I	Avril						Avril						Mai	SURI A CES DATES par ces fleurs	RÉCOLTÉES le 20 juillet.					
			26 m.	27 m.	27 m.	28 m.	29 m.	29 m.	26 m.	27 m.	27 m.	28 m.	29 m.	29 m.								
		A	a			b									+	Pas de poll.	Pistils restés longtemps verts.	{ 0 0 0 0				
						c		d						+								
		B	a						+											Silicule.	4	
			b						+											»	3	
				c						+						P. directe. (Pollen des grandes étamines.)	»	»	6			
			d							+									»	»	3	
				e		f					+								»	»	6	
						g					+								»	»	6	
							h							+			»	»	5			
							i							+			»	»	5			
		C	a			b					+				+	P. directe. (Pollen des petites étamines.)	Silicule.	»	7			
						c								+					»	»	5	
														+					»	»	5	
		D	a						+							P. indirecte.	Silicule.	»	5			
			b									+							»	»	4	
				c								+							»	»	4	
						d						+							»	»	4	
						e						+					»	»	4			
							f						+				»	»	4			
		E	a									+				P. croisée.	Silicule.	»	4			
			b									+							»	»	4	
			c									+							»	»	5	
						d						+							»	»	5	
						e							+				»	»	5			
							f						+				»	»	5			
													+				»	»	5			
2		A		a		b								+	Pas de poll.	Ébauche nette.	{ 0 0 0 0	19	0			
														+								
														+								
														+								
		B	a						+						P. directe. (Pollen des grandes étamines.)	Silicule.	»	»	2			
			b						+										»	»	»	3
			c							+									»	»	»	6
						d					+								»	»	»	5
						e						+				»	»	»	5			
							f						+				»	»	5			
													+				»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+			»	»	5			
														+								

LUNARIA BIENNIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES (*suite*).

PLANTES	INFLORESCENCES	FLEURS CHÂTRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE						FLEURS ÉPANOUIES POLINISABLES						TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs.	SILICULES RÉCOLTÉES le 30 juillet.	LONGUEUR DE CHAQUE SILICULE (en mill.)	NOMBRE DE BOUTES GRAINES dans chaque silicule	
		Avril						Avril										Mai
		26 iv	27 iv	27 s	28 iv	29 iv	29 s	26 iv	27 iv	27 s	28 iv	29 iv	29 s					
3	C	a											+	P. directe. (Pollen des petites étamines.)	Silicule.	(32 mill. en moyenne).	4	
		b											+		»		4	
						c							+		»		4	
	D		a										+	P. indirecte.	»		3	
					b								+		»		4	
						c							+		»		5	
	E	a						+						P. croisée.	Silicule.	(32 mill. en moyenne).	5	
				b									+		»		2	
					c								+		»		4	
	A	a									+			Pas de poll.	»		5	
			b										+		»		3	
				c									+		»		0	
	B					d								P. directe. (Pollen des grandes étam.)	Ébauche nette.	Toutes les silicules de même dimension ou à peu près	21	
						e							+		Pistils restés longtemps verts.		0	
						f							+		0			
	C				a								+	P. directe. (Pollen des petites étamines.)	Silicule.		Toutes les silicules de même dimension ou à peu près	0
					b								+		»			0
						c							+		»			0
	D					d							+	P. indirecte.	»	0		
													+		»	0		
						e							+		»	0		
	E				a								+	P. croisée.	Silicule.	Toutes les silicules de même dimension ou à peu près	0	
													+		»		0	
													+		»		0	
	F					f							+	P. croisée.	»		0	
													+		»		0	
													+		»		0	

LUNARIA BIENNIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES (*suite*).

PLANTES	INFLORESCENCES	FLEURS CHATRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE						FLEURS ÉPANOUIES POLLINISABLES						TRAITEMENT SUIVI À CES DATES par ces fleurs	SILICULES RÉCOLTÉES 1 ^{er} 20 juillet	LONGUEUR DE CHAQUE SILICULE (en mill.)	NOMBRE DE GRaines dans chaque silicule
		Avril						Avril									
		26 m	27 m	27 s	28 m	29 m	29 s	26 m	27 m	27 s	28 m	29 m	29 s				
N ^o																	
4	A	a			b						+		Pas de poll.	Pistils restés longtemps verts	0 0 0		
						c											
	B	a									+		P. directe. (Pollen des grandes étamines.)	Silicule.		2	
					b						+						2
					c						+						2
						d					+						3
						e					+						3
	C	a				f					+		P. directe. (Pollen des petites étamines.)	Silicule.		5	
					b						+						4
					c							+					3
					d						+						4
						e					+						5
	D	a									+		P. indirecte.	Silicule.		4	
					b						+						4
					c						+						4
						d					+						5
						e					+						4
	E	a									+		P. croisée.	Silicule.		4	
					b						+						2
					c						+						4
						d					+						6
						e					+						3

LUNARIA BIENNIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE SILICULES produites.	MOYEN DE GRAINES par silicule.
Pas de pollinisation.	19	[2 ébauches nettes]	0
Pollinisation directe	Pollen : grandes éta- mines.	24	21
	Pollen : petites éta- mines.	19	18
Pollinisation indirecte.	21	20	4
Pollinisation croisée.	24	22	4,1

Quatrième série: Inflorescences à fleurs entièrement châtrées: Pollinisation indirecte.

Cinquième série: Inflorescences à fleurs entièrement châtrées: Pollinisation croisée.

Il est bien entendu que sur chaque inflorescence tous les boutons non en expérience sont supprimés.

Pollinisation. — La pollinisation s'opère facilement sans particularité spéciale. A noter seulement que pour les pollinisations indirecte et croisée le pollen est pris sur des fleurs écloses sous des sacs pour éviter toute contamination du pollen par des causes étrangères.

Fructification. — Toutes les fleurs pollinisées donnent des fruits et l'accroissement de l'ovaire, qui se fait très rapidement leur donne très tôt l'aspect aplati, qui est leur caractéristique.

Quelques fleurs non pollinisées présentent une légère augmentation de l'ovaire, qui le plus souvent s'arrête bientôt, mais qui quelquefois se continue au point de constituer de véritables ébauches de fruits, qui d'ailleurs ne renferment aucune graine.

Cette série de pollinisations, dont on trouve le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, comporte les résultats suivants :

- 1° Les fleurs non pollinisées n'ont donné aucun fruit ;
- 2° Toutes les fleurs pollinisées ont fructifié. Les fruits des quatre séries ont même aspect et renferment le même nombre moyen de bonnes graines.

Il résulte donc de cette série d'expériences que le *LUNARIA BIENNIS* est également fertile après les pollinisations directe, indirecte et croisée ; il est pour ainsi dire le type des plantes autofertiles.

BRASSICA OLERACEA

L'observation des fleurs de *Brassica* montre qu'elles semblent disposées pour les différents modes de pollinisation par les procédés naturels ; les insectes en pénétrant au fond de la corolle réalisent la pollinisation croisée et l'autopollinisation s'effectue par l'application de longues étamines sur la surface même du stigmate (fig. 12).

Les espèces, qui ont été l'objet de pollinisations un peu précises, ont donné des résultats différents : le *Brassica Rapa* a été décrit par les uns (1) comme autofertile, par les autres (2)

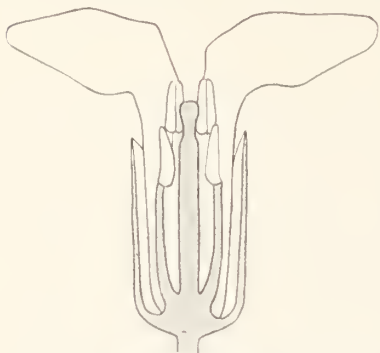


FIG. 12. — Fleur de *Brassica oleracea*.
(Section longitudinale.)

comme antostérile. Le *Brassica Napus* et le *B. oleracea* seraient autofertiles, d'après Lund et Kjaerskou (3), mais le *B. oleracea* donnerait d'après Darwin (4) par autopollinisation des fruits nombreux, mais moins riches en graines que ceux d'origine croisée.

Ces résultats discordants légitiment de nouvelles expériences, que j'ai entreprises sur le *Brassica oleracea*, var. *Acephala* (choux de Bruxelles).

Mise en expérience. — Je choisis des plantes en pots dont je supprime presque toutes les fleurs, pour ne conserver que quelques inflorescences destinées aux expériences.

Castration. — La castration s'opère facilement sur des boutons jennés.

Mise en sac. — Les fleurs sont renfermées par groupes de cinq en moyenne dans de grands sacs et y sont destinées à subir le même traitement.

Quatre séries d'expériences :

- 1° Pas de pollinisations,
- 2° Pollinisation directe,
- 3° — indirecte,
- 4° — croisée.

Pollinisation. — Elle s'opère sans difficulté. Noter seulement que pour

(1) KIRCHNER. *Flora von Stuttgart*. Stuttgart, 1888, p. 298.

HILDEBRAND. *Die Geschlechter Vertheilung*, etc., p. 70.

(2) FOCKE. *Loc. cit.*, p. 409-416.

(3) LUND, SAMSØE, og KJÆRSKOU, HJALMAR. *Morphologisk-anatomisk Beskrivelse af Brassica oleracea L., B. campestris L. og B. napus L. (Harekaal, Rybs og Raps) samt Redegjørelse for Bestøvnings-og Dryknings forhold med disse Arter*. Botanisk Tidsskrift. København, XV, 1885, analysé Botanischer Jahresbericht (Just), 1885, I, p. 753.

(4) DARWIN. *Des effets de la fécondation croisée*, trad. Heckel, p. 100.

BRASSICA OLERACEA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	INFLORES- GENCES	FLEURS CHAYERS ou mis en exp. le 15 mai.	FLEURS ÉPANOUIS pollinisables Mai			TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs	SILIQUES RÉCOLTÉS le 11 juillet	LONGUEUR DE CHAQUE silique (jusqu'à l'ex- trémité du bec) en millimètres	NOMBRE de BONNES GRAINES dans chaque silique
			16	17	18				
N ^o 1	A ₁	a	+			Pas de poll.	Ébauche.	12	0
		b	+				Ébauche.	18	0
		c		+			o		
		d			+		o		
		e			+		o		
	A ₂	a	+			P. directe.	Silique.	50	7
		b	+				»	50	8
		c		+			»	45	6
		d			+		o		
		e			+		o		
	A ₃	f			+	P. indirecte.	o		
		a	+				o		
		b		+			o		
		c		+			o		
		d		+			o		
	A ₄	e			+	P. croisée.	o		
		a		+			o		
		b		+			o		
		c			+		o		
		d			+		o		
	B ₁	a	+			Pas de poll.	Ébauche.	30	0
		b		+			Ébauche.	35	0
		c		+			o		
		d		+			o		
		e		+			o		
	B ₂	a	+			P. directe.	Silique.	40	3
		b	+				»	30	2
		c		+			»	40	4
		d		+			o		
		e		+			o		
	B ₃	f			+	P. indirecte.	o		
		a	+				Silique.	53	10
		b	+				»	42	4
		c		+			»	46	5
		d		+			o	0	0
	B ₄	e			+	P. croisée.	o	0	0
		a	+				Silique.	66	17
		b	+				»	65	19
		c		+			»	70	21
		d		+			»	70	20
		e		+			»	70	13

BRASSICA OLERACEA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES (*suite*).

PLANTES	INFLORES- CENCES	FLEURS charnières ou mises en v. p. le 15 mai	FLEURS éparses pollinisables Mai			TRAITEMENT SUBI A CES DATES par ces fleurs	SILIQUES récoltées le 11 juillet	LONGUEUR DE CHAQUE silique (jusqu'à l'ex- trémité du bec) en millimètres	NOMBRE de BONNES GRAINES dans chaque silique.
			16	17	18				
2	A ₁	a	+			Pas de poll.	Ébauche.	30	0
		b		+			Ébauche.	32	0
		c		+			Ébauche.	35	0
		d		.			o		
		e		.			o		
	A ₂	a	+			P. directe.	Silique.	56	8
		b					»	57	7
		c		+			»	58	9
		d		+			»	60	8
		e		++			o		
	A ₃	f			+		o		
		a	+			P. indirecte.	Silique.	30	6
		b		+			»	55	8
		c		+			»	Mangées.	
		d		+			»		
		e			+		o		
	A ₄	a				P. croisée.	Silique.	85	30
		b		+			»	68	22
		c		+			»	70	20
		d		+			o		
		e		+			o		
	B ₁	a	+			Pas de poll.	Ébauche.	36	0
		b			+		Ébauche.	35	0
		c			+		Ébauche.	37	0
		d			+		Ébauche.	32	0
		e					o		
	B ₂	a	+			P. directe.	o	Mangées	
		b	+				Silique.		
		c		+			»		
		d		+			»		
		e		+			o		
	B ₃	f			+		o		
		g			+		o		
		a	+			P. indirecte.	Silique.	42	5
		b	+				»	42	5
		c		+			o		
		d		+			o		
		e			+		o		
	B ₄	a	+			P. croisée.	Silique.	34	9
		b		+			»	68	19
		c		+			»	68	24
		d		+			»	78	21
		e			+		o		
		f			+		o		

BRASSICA OLERACEA. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience.	DE SILIQUES produites	MOYEN DE GRAINES par silique
Pas de pollinisation.	20	[11 ébauches]	0
Pollinisation directe.	25	10	6,2
Pollinisation indirecte.	20	7	6,1
Pollinisation croisée.	20	12	19,5

les pollinisations indirecte et croisée, le pollen est pris sur des fleurs épanouies à l'abri des insectes.

Fructification. — Un assez grand nombre de fleurs pollinisées développent des fruits.

Quelques-unes des fleurs non pollinisées donnent des apparences de fruit, qui peuvent atteindre de grandes dimensions, mais qui ne renferment aucune graine.

Cette série d'expériences, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

1° Les fleurs châtrées non pollinisées n'ont donné aucun fruit ;

2° Parmi les fleurs qui ont subi les trois modes de pollinisation un certain nombre se sont flétries, mais d'autres ont donné des fruits, dont l'examen semble indiquer une certaine différence dans l'efficacité de ces divers traitements : les fruits croisés sont relativement plus nombreux que les fruits directs et indirects et ils renferment en moyenne un nombre de graines nettement supérieur (19 au lieu de 6).

On peut donc tirer de ces expériences, qui confirment les résultats déjà obtenus par Darwin (1) sur une autre variété,

(1) DARWIN, qui a expérimenté sur le *Brassica oleracea* variété chou hâtif de Cattel (chou Cœur-de-Bœuf), a constaté que : 7 capsules artificiellement croisées sous un tissu contenaient une moyenne de 16,3 graines, avec un maximum de 20 dans l'une d'elles.

cette conclusion que *les fleurs du BRASSICA OLERACEA, tout en étant autofertiles, présentent leur maximum de fécondité après pollinisation croisée.*

GERANIUM SANGUINEUM

Plusieurs espèces de *Geranium* ont des fleurs nettement protérandres ; le *Geranium sanguineum*, que j'ai observé, présente à ce point de vue les caractères suivants : lors de l'épanouissement de la fleur, le développement des étamines au

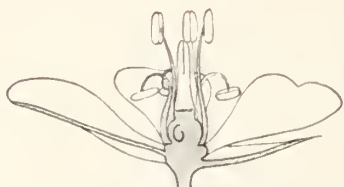


FIG. 13. — Fleur jeune de *Geranium sanguineum*. (Section longitudinale.)



FIG. 14. — Fleur âgée de *Geranium sanguineum*. (Section longitudinale.)

nombre de dix en deux verticilles, se fait en deux étapes successives ; les étamines internes se redressent et réunissent leurs anthères bientôt déhiscents au-dessus du pistil incomplètement développé (fig. 13) ; au bout de quelque temps les étamines externes accomplissent la même évolution et viennent placer leurs anthères bientôt aussi recouvertes de pollen dans l'intervalle des précédentes. Et ce n'est que lorsque les unes et les autres ont depuis longtemps déversé leur pollen que le pistil achève son développement en écartant les cinq branches stigmatiques (fig. 14) ; ces dernières ne peuvent donc plus entrer en contact qu'avec des anthères vides et desséchées incapables de réaliser l'autofécondation.

et que 14 capsules spontanément autofécondées sous une gaze contenaient en moyenne 4,1 graines avec un maximum de 10 dans l'une d'elles, de façon que les semences dans les capsules croisées furent numériquement à celles des autofécondées comme 100 est à 25.

Il est donc vraisemblable d'admettre que le mode habituel de fécondation de ces fleurs se trouve réalisé par la pollinisation indirecte ou croisée.

La singulière structure de ces fleurs a été l'objet de nombreuses descriptions qui ont été l'origine de déductions physiologiques, mais leur biologie même n'a pas été directement étudiée. C'est pourquoi j'ai pensé intéressant d'expérimenter chez le *Geranium sanguineum* les divers modes de fécondation.

Mise en expérience. — Les pollinisations ont porté sur un pied sauvage laissé en place (1).

Castration. — Opération facile, qui n'a présenté rien de particulier à noter.

Mise en sac. — Les fleurs sont mises une par une dans des sacs distincts.

Pollinisation. — La pollinisation n'est effectuée qu'au moment où les cinq branches stigmatiques, portées à l'extrémité du style, sont divergentes ; ce qui ne se produit que longtemps après l'épanouissement de la fleur, si bien qu'au moment où je pratique cette opération, les pétales se détachent et commencent à tomber.

Pour la pollinisation directe je trouve encore sur les anthères ouvertes une quantité de pollen suffisante, ce qu'il convient d'attribuer à la protection due aux sacs dans lesquels les fleurs sont enfermées.

Les autres modes de pollinisation s'accomplissent régulièrement en s'adressant pour recueillir le pollen à des fleurs plus jeunes, épanouies sous la protection des enveloppes de gaze.

Fructification. — Parmi les fruits qui ont été obtenus, un certain nombre ne renferment que des graines incomplètement développées : il n'en a pas été tenu compte dans les résultats.

Les autres fruits qui ont tous contenu des graines arrivées à maturité n'en ont pas moins présenté un nombre très inférieur au nombre maximum que l'on peut rencontrer, qui est de cinq (2).

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

(1) J'ai exécuté une série de pollinisations sur des plantes mises en pots et conservées à l'intérieur du laboratoire, mais aucune des fleurs en expérience n'a donné de fruits.

(2) Je dois indiquer que la plante mise en expérience et conservée en place dans le jardin a été l'objet de soins particuliers, protégée contre la pluie, qui aurait pu altérer les fleurs en expérience et cependant arrosée de façon suffisante.

GERANIUM SANGUINEUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES

FLEURS CHATREES OU MISES EN L'APÉRISSAGE					LES STIGMATES ARRIVENT À MATURITÉ.			TRAITEMENT	CAPSULES BONNES et mauvaises récoltées le 20 juillet.	LONGUEUR DE CHAQUE CAPSULE (depuis le pédoncule jusqu'à l'extrémité du bec (en millimètres)	NOMBRE DE GRAINS arrivés à maturité dans chaque capsule
Juin					Juin			SUR A CES DATES par ces fleurs.			
15	16	18 mat	18 soir	19	18 mat	18 soir	20				
a					+				0		
b					+				0		
c					+				0		
	d					+			0		
	e					+			0		
	f					+			0		
	g					+		Pas de poll.	0		
	h					+			0		
	i					+			0		
		j					+		0		
		k					+		0		
		l					+		0		
		m					+		0		
n					+				0		
o					++				0		
	p					+			0		
	q					+			Capsule.	35	1
	r					+			0		
	s					+		P. directe.	Ébauche	15	0
	t					+			Capsule accidentellement cassée.		
	u					+			Ébauche.	12	0
		v					+		Capsule.	36	1
		w					+		0		
		x					+		Capsule.	28	1
		y					+		»	30	1
a					+				0		
b						+			0		
	c					+			Capsule	35	1
	d					+			Ébauche.	12	0
	e				+				Capsule.	37	1
	f					+		P. indirecte.	Ébauche.	30	0
	g					+			0		
	h					+			Capsule.	30	1
		i					+		0		
		j					+		0		
		k					+		Ébauche.	15	0
				l			+		Capsule.	30	2
m						+			Capsule.	37	1
n						+			0		
						+			0		
	o					+			Capsule	30	1
	p					+			»	32	1
	q					+			»	30	1
	r					+		P. croisée.	Ébauche.	28	0
	s					+			Capsule.	32	1
	t					+			0		
		u					+		0		
		v					+		0		
		w					+		Capsule.	34	2
				x			+		»	35	1

GERANIUM SANGUINEUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE BONNES CAPSULES produites	TOTAL DES GRAINES récoltées
Pas de pollinisation	13	0	0
Pollinisation directe	12	4	4
Pollinisation indirecte.	12	4	5
Pollinisation croisée.	12	7	8

1° Toutes les fleurs témoins se sont flétries sans donner de fruits;

2° Les trois modes de pollinisation ont donné des fruits; mais pour un même nombre de fleurs pollinisées *la pollinisation croisée s'est montrée presque deux fois plus efficace que les pollinisations directe et indirecte*. Ces deux dernières donnent des résultats identiques.

C'est ainsi que le *Geranium sanguineum*, malgré sa protérandrie, peut se montrer autofertile, et que d'autre part — fait que nous n'avons pas trouvé chez les fleurs protérandres de *Saponaria* et de *Gilia* — il présente une fécondité supérieure après pollinisation croisée.

CAMPANULA ROTUNDIFOLIA

Les fleurs en cloche des Campanules présentent cette particularité d'avoir leurs anthères déhiscents longtemps avant la maturité du pistil; elles sont donc nettement *protérandres*.

Dans le bouton, en effet, les trois branches du stigmate sont indistinctes et le style se termine par une masse cylindrique reuflée recouverte par un épais feutrage de poils. Il est entouré au début par les cinq anthères volumineuses, qui lui constituent un manchon complet, puis celles-ci laissent bien-

tôt échapper leur pollen, qui est recueilli par les poils de la brosse stylaire, et rapidement elles se flétrissent et tombent au fond de la corolle. A ce moment la fleur s'épanouit, mais elle n'en est encore qu'à l'état mâle (fig. 15) ; elle peut fournir du pollen, mais n'est pas encore susceptible d'être pollinisée. Au bout d'un temps plus ou moins long la même fleur modifie l'extrémité de son style par l'écartement des trois branches



FIG. 15. — Fleur jeune de *Campanula rotundifolia* (Section longitudinale.)

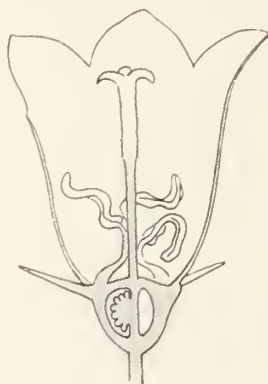


FIG. 16. — Fleur âgée de *Campanula rotundifolia*. (Section longitudinale.)

stigmatiques qui montrent leur surface interne toute recouverte de papilles ; elle passe à l'état femelle et peut être fécondée (fig. 16).

Les auteurs qui ont les premiers observé cette protérandrie marquée des fleurs des Campanules ont montré qu'elle était destinée à favoriser la pollinisation entre fleurs différentes ; les insectes qui les visitent doivent en effet presque sûrement transporter le pollen des fleurs jeunes sur les fleurs âgées.

Mais l'observation du flétrissement des fleurs les ont conduits à d'autres remarques touchant le mode de fécondation : chez un certain nombre d'espèces les branches stigmatiques se recourbent vers l'extérieur et peuvent même s'enrouler plusieurs fois en spirale ; et ils ont supposé que cette modification morphologique du stigmate, qui rapprochait les surfaces extérieure et intérieure de chaque branche, avait pour résultat de

mettre quelques grains de pollen, restés adhérents aux poils, au contact des papilles stigmatiques et par conséquent de réaliser une autopolinisation tardive (1).

Les fleurs des Campanules ont donc été l'objet de nombreuses observations, mais sans être étudiées expérimentalement. Aussi n'a-t-on presque aucune indication sur le résultat comparé des pollinisations directe, indirecte et croisée (2).

C'est pourquoi je me suis proposé d'étudier chez une espèce par des pollinisations artificielles quels sont les effets réels des différents modes de pollinisation ; et j'ai choisi pour ces recherches le *Campanula rotundifolia*. Les fleurs de cette espèce sont nettement protérandres et paraissent destinées à la pollinisation « étrangère », mais elles sont également signalées (3) comme susceptibles de subir une tardive autopolinisation spontanée.

Mise en expérience. — J'ai à ma disposition de nombreuses touffes de cette plante qui fleurissent sur une pelouse. J'en choisis deux particulièrement compactes et vigoureuses et je mets sur chacune d'elles un certain nombre de fleurs en expérience.

Castration. — Leur castration demande quelque soin, parce que les anthères arrivent très tôt à maturité, mais on la réussit parfaitement si l'on opère ces fleurs à l'état jeune quand leur corolle est encore presque blanche.

Mise en sac. — Tous ces boutons et un certain nombre d'autres non châtrés sont introduits isolément dans des sacs de gaze.

(1) KNUTH (*Handbuch der Blütenbiologie*, II Band, 2 T., p. 5 et suiv.), qui attache une certaine importance à cette particularité, cite d'après les auteurs, qui les ont étudiées (H. Müller, Kirchner, Schultz, Kerner, Knuth, Warnstorf) une dizaine d'espèces, dans lesquelles l'enroulement des stigmates serait suffisamment accentué pour déterminer l'autopolinisation. Récemment Kjellmann (*Om pollen-expositionen hos några svenska Campanula-arter* (Bot. Sekt. of Naturwetenskapliga Studentsällskapet i Upsala Sitz, 27 okt. 1903. Botaniska Notiser, II., 1, 1904) a communiqué quelques observations sur ce sujet ; mais sur les mêmes espèces des auteurs différents arrivent à des résultats contradictoires (exemple *C. persicifolia*, *rapunculoïdes*, *Trachelium*). Ce seul fait suffit à montrer combien cette autopolinisation spontanée est hypothétique.

(2) DARWIN a cependant constaté qu'une plante de *Campanula carpathica* ne produisait aucune capsule quand on l'abandonnait à elle-même sous une gaze ; les plantes environnantes vivant à découvert donnaient au contraire beaucoup de graines (DARWIN. *Des effets de féc. cr.*, p. 175).

(3) Voir KNUTH. l. c. p., p. 6 et KJELLMAN, l. c.

CAMPANULA ROTUNDIFOLIA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS OBTENUES en expérience			LE STIGMATE ARRIVÉ À MATURITÉ				TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES le 9 octobre	LONGUEUR DE CHAQUE CAPSULE (en mill.)	NOMBRE DE NOIXES GRAINES dans chaque capsule
	Août			Août							
	2	3	4	7	8	9	10				
1	a					+		Pas de poll	0		
	b					+			0		
	c					+			0		
	d						+		0		
	e						+		0		
	f							P. directe (imparfaitement réalisée)	0		
	g					+			0		
	h					+			0		
	i						+		0		
	j				+				Capsule.	4,5	10
	k				+			P. indirecte.	»	5,5	16
	l								0		
	m					+			Capsule.	3	4
			n						0		
			o				+		0		
			p						0		
	q				+			P. croisée.	Capsule.	6	127
	r				+				»	5,5	64
	s					+			»	5,5	25
	t						+		»	5,5	28
			u				+		»	4	18
			v						»	6	35
			w						»	5	59
2	a				+			P. directe	0		
	b				+			(imparfaitement réalisée)	0		
	c				+			P. indirecte.	Capsule	4,5	15
	d				+			P. croisée.	»	4,5	15
	e				+				»	4,5	24

CAMPANULA ROTUNDIFOLIA. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites.	MOYEN DE GRAINES par capsule.
Pas de pollinisation.	5	0	
Pollinisation directe (imparfaite- ment réalisée).	6	0	
Pollinisation indirecte.	8	4	18
Pollinisation croisée.	9	9	43

Pollinisation. — Quand ils s'épanouissent, leur stigmate n'est pas encore mûr. J'attends donc pour les polliniser que les trois lobes du stigmate s'écartent et deviennent nettement divergents.

Comme d'ordinaire, je les ai répartis d'avance en quatre lots d'après les traitements à leur faire subir :

Pas de pollinisation,
Pollinisation directe,
— indirecte,
— croisée.

La pollinisation directe est la moins facile à réaliser, car dans les fleurs à autopolliniser les anthères sont depuis longtemps flétries et desséchées et, bien qu'elles aient été protégées sous une gaze, il ne reste pas grande trace de pollen à leur intérieur. Mais en opérant avec soin, j'arrive à la rénssir en partie au moins dans quelques cas.

Cette difficulté n'existe pas pour les deux autres modes de pollinisation à condition de prendre le pollen sur des fleurs jeunes : les boutons non épanouis, qui ont déjà leurs anthères déhiscentes, fournissent un pollen abondant dont il est facile d'imprégner la surface des stigmates à féconder. Pour la pollinisation indirecte, je m'adresse à des fleurs de la même touffe, qui est en réalité constituée par une seule et même plante ; et pour la pollinisation croisée, à des fleurs de pieds distincts végétant à plus de cinquante mètres de distance.

Fructification. — Les ovaires fécondés se reconnaissent très tôt à la torsion brusque de leur pédoncule ; ils grossissent rapidement et donnent des capsules qui sont récoltées sèches et déhiscentes.

A côté de ces fruits normaux, j'observe quelques ovaires agrandis, qui représentent des ébauches de fruits, mais ils cessent rapidement de croître et ne renferment d'ailleurs aucune graine.

Pendant la durée des expériences, les deux plantes en question n'ont subi aucun traitement spécial ; j'avais seulement installé un paillason au-dessus d'elles destiné à protéger autant que possible de la pluie les fleurs et les sacs.

Cette série d'expériences, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, a donné les résultats suivants :

1° Les fleurs châtrées non pollinisées se sont toutes flétries.

2° Les fleurs destinées à l'autopollinisation se sont également toutes flétries, mais sans qu'elles aient été toutes sûrement pollinisées, car il ne reste que peu de pollen à leur intérieur au moment de la maturité du stigmate. A plus forte raison, il ne semble pas que l'autopollinisation puisse se produire

spontanément par suite de l'enroulement des branches stigmatiques.

3° Les huit fleurs pollinisées de façon indirecte (pollinisation entre fleurs de la même touffe) ont donné seulement quatre fruits et des fruits médiocres.

4° Les neuf fleurs pollinisées de façon croisée (pollinisation entre fleurs de pieds distincts) ont toutes donné des fruits et des fruits qui renferment en moyenne deux fois plus de graines que les précédentes. Mais, pour être réussies, ces deux pollinisations indirecte et croisée doivent être réalisées entre fleurs d'âge différent.

En résumé il ressort de cette série de pollinisations que la *protérandrie* peut avoir une influence manifeste sur le mode de fécondation des fleurs; lorsqu'elle est accentuée comme chez le *Campanula rotundifolia* elle peut empêcher et la pollinisation entre organes de la même fleur, et la pollinisation entre fleurs de même âge. Et ce résultat ne fait que confirmer ce fait généralement admis que les fleurs protérandres sont adaptées à la fécondation entre fleurs différentes.

Mais d'autre part ces expériences montrent qu'il y a lieu d'établir chez ces fleurs une distinction nette entre leurs deux modes de pollinisations ordinaires, entre la pollinisation indirecte et la pollinisation croisée: leur efficacité paraît être inégale; le *CAMPANULA ROTUNDIFOLIA* est en effet manifestement plus fertile après pollinisation croisée qu'après pollinisation indirecte, et il se peut que d'autres *Campanules* présentent cette même façon d'être. C'est là, je crois, le résultat le plus intéressant de ces quelques expériences.

SALVIA PRATENSIS

Les fleurs des différentes espèces de Sauge ont un appareil staminal d'une structure qui a fait l'objet de nombreuses descriptions; on l'observe très nettement chez la Sauge commune (*Salvia pratensis*) qui a fait l'objet de mes expériences.

Les fleurs de cette espèce sont protérandres; au moment de

leur épanouissement les étamines seules ont achevé leur évolution. Celles-ci au nombre de deux seulement sont composées d'un court filet, sur lequel s'attache un long connectif, qui subit une différenciation spéciale : il est divisé en deux bras inégaux, un bras supérieur allongé, qui se termine sous la lèvre supérieure de la corolle par un sac pollinique fertile, et un bras inférieur court et stérile terminé par un renflement représentant un sac pollinique avorté, lequel vient se placer à l'entrée de la corolle. Et le connectif présente cette particularité d'être rœnni à son filet par une manière d'articulation mobile, dont le rôle apparaît lorsqu'on observe les insectes, qui fréquentent ces fleurs. Un bourdon par exemple cherche-t-il à atteindre le nectar, qui se trouve au fond du tube corollin, qu'il heurte forcément les deux dilatations inférieures des connectifs toujours plus ou moins sondées ensemble et détermine par suite l'oscillation du connectif sur son articulation avec le filet. Et les longs bras, qui portent à leur extrémité les deux demi-anthères déhiscentes se trouvent ainsi projetés vers le bas et viennent s'abaisser sur le dos de l'insecte, qu'ils reconvrent d'un pollen abondant (fig. 17).

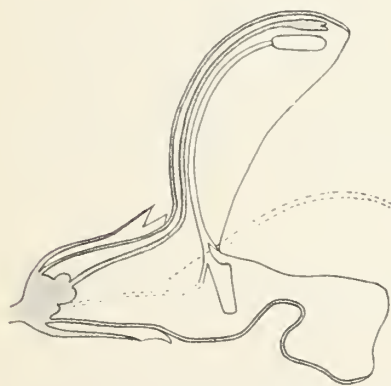


FIG. 17. — Fleur jeune de *Salvia pratensis*.
(Section longitudinale.)

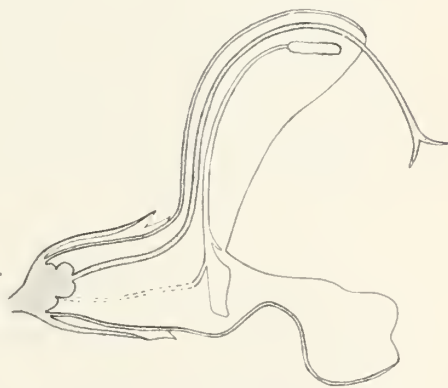


FIG. 18. — Fleur âgée de *Salvia pratensis*.
(Section longitudinale.)

Et, si celui-ci visite ensuite d'autres fleurs, il réalisera presque sûrement leur pollinisation, surtout si, épanouies depuis quelque temps, elles sont arrivées au deuxième stade

de leur floraison, parce qu'alors il rencontre forcément les deux branches stigmatiques, que le style complètement développé vient placer à l'entrée même de la fleur (fig. 18).

Ces détails du développement et de la structure des fleurs de *Salvia* paraissent donc devoir favoriser l'hétéropollinisation. Aussi n'est-il pas surprenant que Sprengel, Ogle, H. Müller, Hildebrand, Cheshire, et d'autres aient déclaré que ces fleurs présentaient un exemple d'une admirable adaptation à la fécondation croisée.

Mais cette opinion ne s'appuie que sur des faits d'observation; il n'a été nullement démontré expérimentalement que ces fleurs étaient autostériles et forcément tributaires des insectes. Les quelques expériences, dont elles ont fait l'objet, portent sur des espèces dont la structure est fort différente de nos Sanges communes (1); aussi me suis-je proposé d'instituer chez le *Salvia pratensis* une série de pollinisations pour l'étude comparative des différents modes de pollinisation.

Mise en expérience. — Les plantes qui ont servi à ces expériences sont des pieds sauvages, qui ont été transplantés en ayant soin de conserver une grosse motte de terre à l'entour des racines.

Castration. — Cette opération exige certains soins particuliers: elle doit se faire sans toucher aux fleurs avec les doigts, en raison de leur fragilité et du suc visqueux qui les imprègne. Les étamines sont enlevées avec la pince par une fente pratiquée sur l'arête de la lèvre supérieure (2).

Mise en sac. — Cette même fragilité des boutons exige qu'on les isole dans des sacs de grande taille dont il soit facile de les sortir sans qu'ils

(1) HILDEBRAND (*Ueber die Befruchtung der Salvia arten mit Hülfe von Insekten*, Pringsh. Jahrb., Bd IV, p. 462 et 472) a observé que le *Salvia hirsuta* était spontanément autofertile et que le *Salvia coccinea* donnait de nombreux fruits après pollinisation directe artificielle.

Mais contre l'opinion de cet auteur, DARWIN (*Des effets de la fécond.*, p. 94, trad. Heckel) prétend que cette plante donne de nombreuses graines spontanément autofécondées, quand on abandonne ses fleurs sous une gaze.

D'après DARWIN (*l. c.*, p. 368) les fleurs de *Salvia tenori* restent stériles quand on les isole sous une gaze.

(2) Il faut noter que dans les boutons on observe souvent des anthères très tôt déhiscentes ou bien des anthères avortées; ceux qui sont mis en expérience présentent tous les caractères d'un développement complet et normal.

SALVIA PRATENSIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	GROUPE DE FLEURS MISES dans un même sac	FLEURS CHATREES OU MISES EN L'EXPÉRIENCE					FLEURS ÉPANOUIES POLLINISABLES						TRAITEMENT SÉRIÉ À CES DATES par ces fleurs	TÉTRAKÈNES RÉCOLTÉS LE 24 JUIN et 3 Juillet	NOMBRE DE BOSS ASINÉS dans chaque fruit
		Mai			Juin		Mai		Juin						
		25	27	31	1 juin	4	27	30	1	2	3	6			
1	A	a					+						P. directe	Fruit.	2
		b					+							»	2
	B	c					+							»	4
2	A	a					+						P. indirecte.	o	3
		b					+							»	3
		c					+							»	3
3	A	d					+						P. croisée.	»	4
		a						+						»	o
		b						+						»	o
		c						+					P. directe	o	
		d						+						»	o
4	A				a				+					P. indirecte.	Fruit.
					b				+				»		1
	B				c				+				»		3
					a				+				P. croisée.	Fruit.	1
					b				+					»	2
					c				+					»	2
					d				+				P. croisée.	»	2
					e				+					»	2
					f				+					»	2
5	A				a						+		Pas de poll.	o	1
6	A				b						+			»	o
					a					+				»	o
					b					+			P. croisée.	Fruit.	1
					c					+				»	2
					d					+				»	3
					e					+			P. croisée.	Fruit.	1
					f					+				»	2
					g					+				»	3
7	A				a							+	Pas de poll.	o	1
8	A				b							+		»	o
	B				c									»	o
					a					+			P. directe.	Fruit.	1
					b					+				»	3
					c					+				»	1
					d					+			P. indirecte.	»	4
					a					+				»	3
					b					+				»	1
					c					+			P. indirecte.	»	3
					d					+				»	1
					e					+				»	3
					f					+			P. indirecte.	»	
					g					+				»	o
					h					+				»	o
9	A				a							+	P. directe.	Fruit.	4
					b							+		»	2
					c							+		»	o
					d							+	P. directe.	»	
					e							+		»	o
												+		Fruit.	2

SALVIA PRATENSIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE FRUITS produits	MOYEN de bons akènes par fruit
Pas de pollinisation.	4	0	
Pollinisation directe.	16	9	2,3
Pollinisation indirecte.	12	8	2,4
Pollinisation croisée.	17	14	2,2

touchent la paroi. Chaque sac renferme un petit nombre de boutons qui sont destinés à subir le même traitement.

Pollinisation. — La pollinisation est opérée lorsque le stigmate sorti du dessous de la lèvre supérieure fait saillie et se divise à son extrémité en deux lèvres.

Les divers modes de pollinisations s'exécutent avec la plus grande facilité, sans rien présenter digne d'être noté.

Fructification. — La fructification s'opère régulièrement; les quatre parties du fruit (tétrakène) ne sont pas toujours également développées, et elles ne donnent pas toutes à maturité une graine mûre.

Les plantes, restées dans le laboratoire pendant la durée des pollinisations, sont ensuite placées sous un vitrage à l'air libre.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

1° Toutes les fleurs châtrées non pollinisées se sont flétries.

2° Un grand nombre de fleurs pollinisées ont donné des fruits mais en proportion variable suivant les différents modes de pollinisation; ces fruits représentent pour la pollinisation directe 56 pour 100 des fleurs pollinisées, pour la pollinisation indirecte 66 pour 100, et pour la pollinisation croisée 82 pour 100; mais tous ces fruits renferment le même nombre moyen de graines.

Les fleurs de SALVIA, malgré leur adaptation à la pollinisation croisée, sont donc susceptibles de donner des graines autofécondées,

mais elles n'en montrent pas moins une préférence marquée pour la pollinisation croisée.

ORNITHOGALUM PYRENAICUM

Dans les fleurs d'*Ornithogalum pyrenaicum*, les pièces du périanthe s'étalent largement au moment de la floraison (fig. 19) et au-dessus d'elles s'élève vertical le pistil, au milieu du cercle des étamines inclinées; ces dernières, lorsqu'elles entrent en déhiscence, sont assez éloignées du style et ce n'est que lorsque l'épanouissement touche à sa fin, que, les diverses parties du périanthe se rapprochant du centre de la fleur amènent les anthères au contact du stigmate.



FIG. 19. — Fleur d'*Ornithogalum pyrenaicum*. (Section longitudinale.)

Cette fleur n'a été l'objet d'aucune recherche expérimentale et j'ai étudié sur elle les pollinisations directe, indirecte et croisée.

Mise en expérience. — Les expériences ont porté sur des pieds sauvages transplantés dans des pots.

Castration. — L'ablation des six étamines s'effectue facilement, les pièces du périanthe non soudées se laissant écarter dans les boutons jennés.

Mise en sac. — Toute l'inflorescence est enfermée dans un même sac. Lorsqu'il s'agit de pollinisation directe et indirecte les boutons sont châtrés de deux en deux à partir du bas pour servir les uns à la pollinisation directe, les autres à la pollinisation indirecte. Au contraire si l'inflorescence est destinée aux deux autres traitements, tous les boutons sont opérés.

La partie terminale de la grappe où se trouvent souvent des fleurs avortées est sectionnée.

Pollinisation. — Aucune particularité, si ce n'est que la pollinisation croisée est faite avec du pollen provenant des plantes d'une autre localité.

Fructification. — Les fleurs fécondées développent des capsules qui arrivent à maturité; les autres se dessèchent.

ORNITHOGALUM PYRENAICUM. — DETAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES OU MISES en expérience			FLEURS ÉPANOUIES				TRAITEMENT SUR A CUS DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉGOLIÉES le 28 Juillet	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule
	Juin			Juin						
	12	13	14	13	14	15	16			
1	a			+				Pas de poll.	0	
	b			+					0	
	c			+					0	
	d				+				0	
	e					+			0	
	f					+			0	
2	a			+				P. directe.	Capsule.	1
	b			+					0	
	c				+				Capsule.	2
	d				+				»	1
	e				+			P. indirecte.	0	
	f					+			Capsule.	2
	g						+		»	2
	h						+		0	
	a			+				P. indirecte.	Capsule.	1
	b			+					0	
	c				+				0	
	d				+				0	
e					+		P. directe.	Capsule.	1	
f					+			»	2	
g						+		»	1	
h						+		0		
3	a			+				P. directe.	0	
	b			+					0	
	c				+				0	
	d				+				0	
	e				+			P. indirecte.	0	
	f				+				0	
	g					+			0	
	h						+		0	
	i				+			P. indirecte.	0	
	a			+					0	
	b			+					0	
	c				+				0	
d				+			P. directe.	0		
e				+				0		
f					+			0		
g						+		0		
4	a			+				P. indirecte.	0	
	b			+					0	
	c				+				0	
	d				+				0	
	e				+			P. directe.	0	
	f				+				0	
	g					+			0	
	h						+		0	
	i				+			P. indirecte.	0	
	a			+					0	
	b			+					0	
	c				+				0	
d				+			P. directe.	0		
e				+				0		
f					+			0		
g						+		0		
5	a			+				P. indirecte.	Capsule.	90 grosses graines et 50 petites.
	b			+					0	
	c				+				Capsule	
	d				+				»	
	e				+			P. croisée.	»	
	f				+				»	
	g					+			»	
	h						+		»	
	i				+			P. indirecte.	»	
	a			+					0	
	b			+					Capsule.	15
	c				+				»	14
d				+			0			
e				+			P. directe.	0		
f				+				0		
g					+			0		
h						+		0		
6	a			+				P. indirecte.	0	
	b			+					0	
	c				+				0	
	d				+				0	
	e				+			P. directe.	0	

ORNITHOGALUM PYRENAICUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites.	MOYEN de bonnes graines par capsule
Pas de pollinisation.	6	0	0
Pollinisation directe.	17	5	1,6
Pollinisation indirecte.	17	4	1,2
Pollinisation croisée.	15	11	10,8

Pendant toute la durée des expériences les plantes sont restées dehors



Fig. 26. — *Ornithogalum pyrenaicum*. — A gauche, inflorescence de la plante n° 4 : fruits croisés à 10 grosses graines ; à droite, inflorescence de la plante n° 2 : fruits directs et indirects à une ou deux graines. Les uns et les autres ont sensiblement le même aspect.

à l'air libre sous un vitrage, elles n'ont été rentrées au laboratoire que pendant le temps des opérations.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

1° Toutes les fleurs châtrées non pollinisées se sont flétries.

2° Les fleurs pollinisées de façon directe et indirecte se sont flétries à l'exception d'un petit nombre, qui ont donné des fruits consistant en une capsule parfaitement développée mais ne renfermant qu'une ou deux graines (fig. 20).

3° Au contraire la presque totalité des fleurs pollinisées de façon croisée ont donné des fruits, dont toutes les loges sont remplies de graines tassées les unes contre les autres, dont 10 au moins sont de grande dimension (fig. 20).

Ce qui ressort de ces expériences, c'est qu'en dépit des apparences nullement en faveur d'une adaptation spéciale à la pollinisation croisée nécessitant l'intervention des insectes, *l'ORNITHOGALUM PYRENAICUM* n'est réellement fertile qu'à la condition d'être pollinisé avec le pollen d'une plante distincte.

ENDYMION NUTANS

Les fleurs de la Jacinthe des bois (*Endymion nutans*), dont

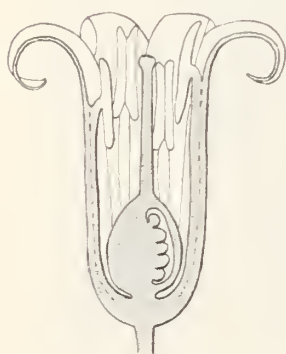


FIG. 21. — Fleur d'*Endymion nutans*. (Section longitudinale.)

on connaît la disposition en grappes inclinées, ont une périanthe en forme de cloche, qui enferme dans sa partie étroite tubuleuse les organes de la reproduction (fig. 21); les étamines qui s'insèrent par de courts filets sur les pièces du périanthe portent leurs anthères au voisinage même du stigmate. Cette disposition est éminemment favorable à l'autopollinisation. On remarque toutefois que sur le grand nombre de fleurs que portent les inflorescences, deux ou trois seule-

ment donnent des fruits. Je ne sache pas que cette plante ait fait jusqu'ici l'objet d'expériences.

ENDYMION NUTANS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS CHARGÉES DE MÏS en expérience	FLEURS ÉPANOUIES				TRAITEMENT SUR LES CUES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES le 24 Juin	NOMBRE de BOONES GRAINES DANS chaque capsule
		10	11 m	11 s	12			
1	a	+				Pas de poll.	o	23
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c			+		P. indirecte.	o	
	d			+		P. directe.	o	
2	a		+			Pas de poll.	o	22
	b					P. croisée.	Ébauche.	
	c				+	P. indirecte.	o	
	d				+	P. directe.	o	
3	a		+			Pas de poll.	o	22
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c				+	P. indirecte.	o	
	d				+	P. directe.	o	
4	a	+				Pas de poll.	o	26
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c		+			P. indirecte.	o	
	d		+			P. directe.	o	
5	a		+			Pas de poll.	o	19
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c				+	P. indirecte.	o	
	d				+	P. directe.	o	
6	a		+			Pas de poll.	o	19
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c		+			P. indirecte.	o	
	d		+			P. directe.	o	
7	a		+			Pas de poll.	o	20
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c			+		P. indirecte.	o	
	d			+		P. directe.	o	
8	a		+			Pas de poll.	o	21
	b		+			P. croisée.	Capsule.	
	c				+	P. indirecte.	o	
	d				+	P. directe.	o	
9	a	+				P. directe.	o	21
	b	+				P. indirecte.	o	
	c	+				P. croisée.	o	
	d		+			Pas de poll.	o	
10	a	+				P. directe.	o	21
	b	+				P. indirecte.	o	
	c	+				P. croisée.	o	
	d		+			Pas de poll.	o	

ENDYMION NUTANS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN DE GRAINES par capsule
Pas de pollinisation.	10	0	
Pollinisation directe.	10	0	
Pollinisation indirecte.	10	0	
Pollinisation croisée.	10	7	21,4

Mise en expérience. — Les pollinisations sont faites sur des plants sauvages (Forêt de Fontainebleau, Bois-le-Roi) mis en pots quelques jours avant leur floraison.

Castration. — Bien que les pièces du périanthe soient très rapprochées, elles se laissent facilement écarter dans les boutons et l'ablation des six étamines se fait sans difficulté.

Mise en sac. — Sur l'inflorescence unique, que porte chaque pied, il n'est conservé que quatre boutons destinés à subir chacun un traitement différent. Ils sont enfermés isolément dans un sac ; d'autres fois pour plus de commodité l'inflorescence tout entière est protégée par un seul sac.

Pollinisation. — Rien de spécial.

Fructification. — Le périanthe persiste autour de l'ovaire, qui grossit même sur les fleurs qui ne sont pas fécondées. Mais bientôt celles-ci se dessèchent, et seuls les véritables fruits continuent leur accroissement ; ils donnent tous de belles capsules, qui renferment à maturité de nombreuses graines.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

1° Toutes les fleurs châtrées non pollinisées se sont flétries.

2° Les fleurs qui ont subi les pollinisations directe et indirecte se sont également toutes flétries.

3° Mais les fleurs qui ont subi la pollinisation croisée ont en presque totalité donné des fruits renfermant à maturité une moyenne de 21 bonnes graines (fig. 22).

Il est donc prouvé que l'*Endymion nutans*, malgré une struc-



Fig. 22. — *Endymion nutans* — 3 plantes d'expérience. — Chacune d'elle ne porte qu'un seul fruit qui provient d'une pollinisation croisée. Les fleurs chatrées non pollinisées ou qui ont subi les pollinisations directe et indirecte se sont toutes flétries.

ture éminemment favorable à l'autopollinisation *n'est fertile que sous l'influence d'une pollinisation croisée.*

CONVOLVULUS ARVENSIS

Les fleurs du Liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) évoluent avec une grande rapidité : dans la même journée le bouton s'épanouit et la fleur se flétrit. Quand la corolle est grande ouverte (fig. 23), le style étale au-dessus des cinq anthères elles-mêmes déhiscences ses deux longues branches stigmatiques prêtes à recevoir le pollen étranger. Mais au bout de quelques heures à peine la corolle repliée enserre étroitement anthères et stigmates, tout imprégnés du pollen de la fleur même.

De ces deux phases rapides par lesquelles passe la fleur,

quelle est donc celle qui sera l'origine de la fécondation ? C'est ce que seules des expériences peuvent nous montrer (1).

Mise en expérience. — Les pollinisations portent sur plusieurs pieds

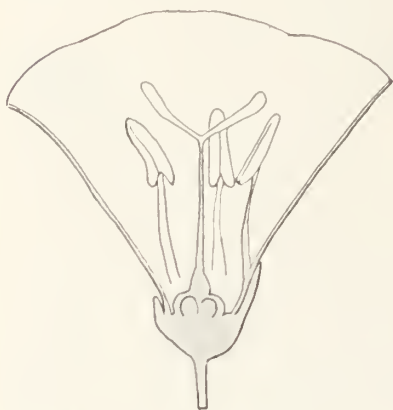


FIG. 23. — Fleur de *Convolvulus Arvensis*
(Section longitudinale.)

poussés spontanément au milieu d'une pelouse ; ils présentent des variations morphologiques assez grandes, qui intéressent non seulement les feuilles, mais aussi les fleurs, spécialement les ovaires et les étamines ; toutes ces fleurs sont normales et bien développées.

Castration. — Les boutons sont sectionnés aux ciseaux suivant une ligne longitudinale et la fente ainsi pratiquée dans la corolle enroulée permet de saisir une à une les cinq étamines sans toucher aux lobes allongés du stigmate.

Mise en sac. — Chaque fleur est isolée dans un sac et les différents traitements sont autant que possible répartis sur les diverses fleurs, qui se succèdent le long d'une même tige.

Pollinisation. — Les fleurs châtrées la veille au soir sont pollinisées dès 8 heures du matin, alors qu'elles sont dans leur plein épanouissement. L'intrication des tiges des plantes exige quelque soin pour la réalisation des différents modes de pollinisation, et pour éviter toute cause d'erreur la pollinisation croisée est faite avec du pollen pris sur des fleurs très éloignées.

Fructification. — Les corolles flétries se détachent rapidement, laissant les ovaires apparents. Ceux qui sont fécondés s'inclinent sur leur pédoncule et ne tardent pas à se développer rapidement. Ceux qui sont stériles restent rectilignes, se dessèchent et se détachent bientôt.

Pendant la durée des expériences les plantes sont protégées du grand soleil et de la pluie par un léger bâti supportant un paillason.

(1) Darwin, qui a fait de nombreuses pollinisations sur une plante voisine l'*Ipomœa purpurea* donne cette plante comme « grandement fertile par elle-même ». DARWIN. *Des effets de la fécondation croisée*, trad. Heckel, p. 375.

D'après Ed. Heckel, le *Convolvulus arvensis* donnerait expérimentalement des graines autofécondées. Ed. HECKEL, *Dinorphisme floral et pétalodie staminale, observés chez le Convolvulus arvensis L. Création artificielle de cette dernière monstruosité*. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris, TXCI, 1880, p. 581.

CONVOLVULUS ARVENSIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE								FLEURS ÉPANOUIES (AVANT 8 HEURES DU MATIN)								TRAITEMENT	CAPSULES RÉGOLIÉES	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule				
	Juillet								Août		Juillet									Août		SUIVANT LES DATES	le 30 août et le
	18	21	22	23	25	28	29		1	2	19	22	23	24	26	29	30	1		3	par ces fleurs	15 septembre.	
1	a										+									P. directe.	o	3	
	b										+									P. indirecte.	o		
	c										+									P. croisée.	Capsule.		
	d											+								P. directe.	o		
	e											+								P. croisée.	Capsule.		
	f												+							P. indirecte.	o		
2	g												+							P. directe.	o	2	
	h													+						Pas de poll.	o		
	a										+									P. directe.	o		
	b										+									P. indirecte.	o		
	c										+									P. croisée.	o		
	d											+								Pas de poll.	o		
3	a										+									P. directe.	o	4	
	b											+								P. directe.	o		
	c											+								P. indirecte.	o		
	d											+								P. croisée.	Ébauche nette.		
	e											+								Pas de poll.	o		
	f													+						P. croisée.	Capsule.		
4	g													+						P. indirecte.	o	2	
	h													+						P. directe.	o		
	a										+									P. indirecte.	o		
	b										+									P. croisée.	Capsule.		
	c										+									P. directe.	o		
	d										+									P. indirecte.	o		
5	e											+								P. directe.	o	1	
	f												+							P. directe.	Capsule.		
	g													+						Pas de poll.	o		
	h													+						P. directe.	o		
	i													+						P. indirecte.	o		
	j													+						P. croisée.	Capsule.		
6	k														+					P. directe.	o	3	
	l														+					P. indirecte.	o		
	m														+					P. croisée.	Capsule.		
	n														+					Pas de poll.	o		
	o														+					P. directe.	o		
	p														+					P. indirecte.	o		
7	q														+					P. croisée.	Capsule.	2	
	r															+				Pas de poll.	o		
	s															+				P. directe.	o		
	t															+				P. indirecte.	o		
	u															+				P. croisée.	Capsule.		
	v																+			P. directe.	o		
8	w																+			P. indirecte.	o	3	
	x																	+		P. croisée.	o		
	y																	+		P. directe.	o		
	z																		+	P. indirecte.	o		
	a'																			P. croisée.	Ébauche nette.		
																							+

CONVOLVULUS ARVENSIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN DE GRAINES par capsule
Pas de pollinisation.	7	0	
Pollinisation directe.	16	1	1
Pollinisation indirecte.	14	0	0
Pollinisation croisée.	12	8	2,8

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, donne les résultats suivants :

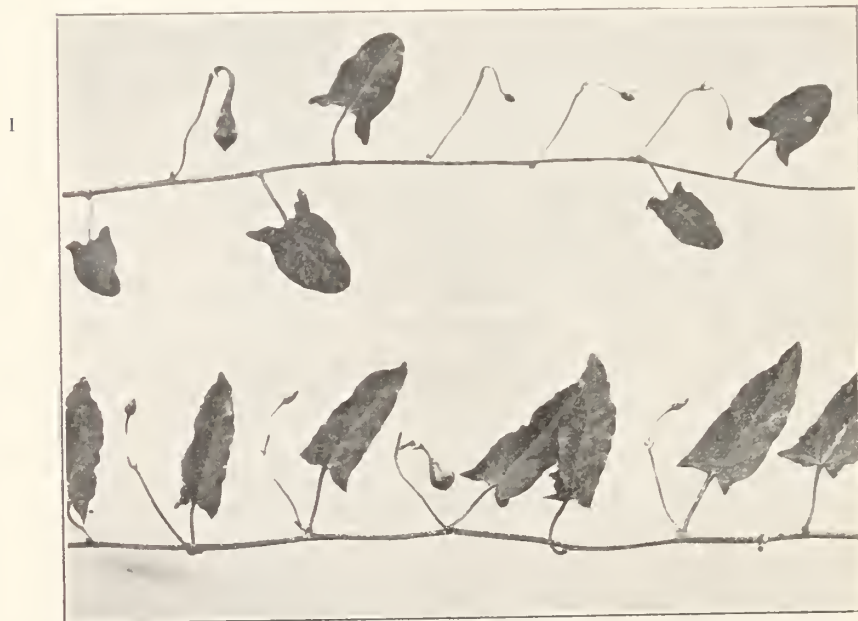


FIG. 24. — *Convolvulus arvensis*. — I. Plante n° 1. A gauche un fruit qui provient d'une fleur croisée (e). — Les fleurs qui ont subi un traitement différent (f, g, h) se sont flétries. — II. Plante n° 3. Au milieu un fruit, qui provient d'une fleur croisée (f). — Les fleurs qui ont subi un traitement différent (e, g, h) se sont flétries. — (Les lettres renvoient p. 71).

1° Toutes les fleurs châtrées non pollinisées se sont flétries.

2° Les fleurs qui ont subi les pollinisations directe et indirecte se sont toutes flétries (sauf une seule, qui d'ailleurs a donné un fruit renfermant une seule graine).



Fig. 25. — *Convolvulus arvensis*. — III. Plante n° 4. A droite un fruit, qui provient d'une fleur croisée (j). Les fleurs qui ont subi un traitement différent (k, l, n, o, p) se sont flétries. IV. Plante n° 4. A droite un fruit, qui provient d'une fleur croisée (u). Les fleurs qui ont subi un traitement différent (y, z) se sont flétries. — (Les lettres renvoient p. 71).

3° Les fleurs qui ont subi la pollinisation croisée ont presque toutes donné de beaux fruits qui, à maturité, renfermaient deux, trois ou quatre graines mûres (fig. 24 et 25).

Une opposition complète existe donc entre la pollinisation croisée et les autres modes de pollinisation. Il nous semble

démontré que, malgré les facilités de l'autopollinisation, le *CONVOLVULUS ARVENSIS* n'est fertile que sous l'influence du pollen d'une plante distincte.

VINCA MINOR

Les fleurs des Pervenches (*Vinca*) ont une structure particulière, qui a été souvent décrite (fig. 26) et qui est surtout



FIG. 26. — Fleur de *Vinca minor*.
(Section longitudinale.)

caractérisée par une conformation spéciale du style : Celui-ci mince en bas s'élargit, au $\frac{3}{4}$ de sa hauteur, en un renflement discoïde horizontal, dont les bords visqueux constituent le stigmate; il se continue au delà par une partie étranglée et son extrémité supérieure est couronnée par un volumineux toupet de poils blancs. Les cinq

étamines, dont les anthères dominent le plateau stigmatique, portent elles-mêmes de nombreux poils, qui se mélangent aux poils de la tête stylaire et aux poils qui garnissent la partie moyenne du tube de la corolle.

Et tous les botanistes ont cherché à donner une signification à cette structure. Certains ont cru qu'elle était destinée à favoriser la fécondation directe; d'autres, et ce sont les plus nombreux et les plus autorisés, ont voulu y voir une adaptation à la fécondation croisée; celle-ci serait réalisée par les insectes, qui visitent fréquemment ces fleurs. Il semble en effet qu'en introduisant leur trompe dans le tube de la corolle pour atteindre les nectaires, qui sont au fond, ils doivent forcément toucher les bords du plateau stigmatique et y laisser adhérent le pollen étranger qu'elle porte; de même qu'en enlevant leur trompe ils doivent passer au travers des poils et ont grande chance d'y récolter quelque parcelle du pollen de

la fleur issu des anthères. Et ils ajoutent qu'ils n'ont jamais observé une autopolinisation spontanée du stigmate ; mais le meilleur argument que ces auteurs présentent en faveur de leur thèse est ce fait que les fleurs, non visitées par les insectes, semblent toujours rester stériles.

Darwin a le premier essayé de trancher le problème par la voie expérimentale (1) : comme il constate que *Vinca major* ne donne jamais de fruits en Angleterre et qu'il suppose que c'est parce qu'elle *n'est jamais visitée par les insectes*, il lui vient à l'idée de pratiquer quelques pollinisations croisées artificielles à l'aide d'un erin, qu'il plonge à plusieurs reprises alternativement dans six fleurs de deux plantes distinctes ; et ce traitement lui donne quatre bons fruits.

Peu de temps après ce même essai était répété par un autre anglais avec le même succès sur les fleurs autostériles de *Vinca rosea* (2).

Mais ces quelques pollinisations isolées, faites par une méthode tout à fait rudimentaire, sont insuffisantes pour démontrer que les Pervenches ne donnent des fruits qu'après pollinisation croisée (3).

Je me suis proposé d'étudier chez *Vinca minor* quelle était la valeur relative des différents modes de pollinisation.

Mise en expérience. — Je dispose pour ces expériences d'un certain nombre de plantes en pots : ce sont des pieds sauvages récoltés le 6 avril en Normandie et que j'ai transportés à Fontainebleau.

Ces plantes présentent un certain nombre de boutons, qui sont divisés comme d'ordinaire en quatre lots :

- Pas de pollinisation,
- Pollinisation directe,
- indirecte,
- croisée.

(1) DARWIN. *The Gardener's Chronicle*, 1861, p. 552.

(2) G. W. C. *Royal Botanic Gardens Kew. The Gardener's Chronicle*, 1861, p. 699.

(3) Les pollinisations de *Vinca rosea* ont été critiquées dès leur publication par un auteur anglais F. A. P. qui prétend que cette plante est autofertile. Mais la même année Darwin conteste ce fait et cite à l'appui des premières expériences de nouvelles observations, qui lui sont communiquées par M. Horwood. Voir :

F. A. P. *The Gardener's Chronicle*, 1861, p. 736.

DARWIN. *The Gardener's Chronicle*, 1861, p. 831.

Je ne puis répartir ces divers traitements sur une même plante, à cause de la rareté des fleurs. La réalisation des pollinisations directe et indirecte exige des pieds, qui présentent *deux boutons de même âge*. Non seulement cette concordance est assez rare, mais j'éprouve une certaine difficulté à trouver des boutons, qui fassent indubitablement partie du même pied. Très souvent, en effet, les touffes de Pervenche sont formées de tiges enchevêtrées, qui malgré leur apparence sont indépendantes les unes des autres. Mais certaines touffes sont encore réunies entre elles par des stolons rampants ; elles sont donc des ramifications d'une même plante. La plupart des boutons choisis appartiennent à des portions distinctes du même pied ; quelques-uns sont développés sur la même tige dressée.

Castration. — Puis les fleurs destinées aux pollinisations indirecte et croisée sont châtrées : la castration est assez difficile en raison de l'étroitesse du tube de la corolle et son oblitération presque complète par les poils. Pour enlever les anthères intactes dans les boutons jeunes, je ne vois d'autre procédé que de fendre la corolle longitudinalement jusqu'en bas avec un scalpel, suivant deux lignes opposées en continuité avec la fente de deux pétales.

Il est alors facile d'écarter les deux moitiés de la corolle ainsi sectionnée pour saisir les cinq anthères par leur filet. Puis lorsque les étamines sont enlevées, les deux moitiés de la corolle sont rapprochées à l'aide d'un fil noué et les parties libres des pétales, enroulées comme elles l'étaient primitivement. Comme les anthères entrent très tôt en déhiscence, il est nécessaire, pour les avoir intactes, d'opérer les boutons à l'état très jeune, quand ils sont encore à peine colorés en violet.

Mise en sac. — Toutes les fleurs sont isolées dans des sacs de gaze fine. Mises en expérience le 9 avril, elles sont épanouies le 13, et par conséquent aptes à la pollinisation ; les pots d'expérience sont placés en bonne exposition dehors le 9 et introduits le 11 dans la serre.

Pollinisation. — La pollinisation demande quelque soin. Pour réaliser la pollinisation artificielle des fleurs à autoféconder, je crois utile de leur faire subir une opération analogue aux boutons châtrés : je fends donc leur corolle longitudinalement en deux, puis j'en écarte les deux moitiés avec une pince pour saisir avec une pointe (flambée dans la flamme du gaz) le pollen disposé en amas granuleux à la surface des anthères ou au milieu des poils ; et je répartis ce pollen en une couche aussi régulière que possible sur les deux bords papilleux du disque. (Le pourtour du disque étant visqueux, il est facile d'y faire adhérer le pollen.)

Lorsque la fleur est autofécondée, ce qui reste de son pollen sert à polliniser la fleur voisine destinée à la pollinisation indirecte.

Pour la pollinisation croisée il importe que le pollen employé provienne d'une plante distincte. J'ai crains que le pollen de deux plantes

VINCA MINOR. — DETAIL DES EXPERIENCES.

PLANTES	FLEURS CHARRÉES ou mises en expérience le 9 avril matin	ETAT DES BOUTONS Avril		TRAITEMENT SURI LE 13 AVRIL par ces fleurs	FOLLICULES SIMPLES ou DOUBLES récoltés le 11 juillet	NOMBRE DES GRAINES par fruit	
		12	13			Grosses graines	Petites graines
		Toutes les fleurs épanouies					
N ^o							
1	a	Épanoui.		P. directe.	0		
	b	Pas épan.		P. indirecte.	0		
2	a	Pas épan.		P. croisée.	1 follicule simple.	1	
	b	Pas épan.		Pas de poll.	0		
3	a	Épan.		P. directe.	0		
	b	Pas épan.		P. indirecte.	0		
4	a	Épan.		P. directe.	0		
	b	Épan.		P. indirecte.	0		
5	a	Épan.		P. croisée.	1 follicule double.	2	3
	b	Épan.		P. croisée.	Ébauche.		
	c	Presqu'ép.		Pas de poll.	0		
	d	Presqu'ép.		Pas de poll.	0		
6	a	Pas épan.		P. directe.	0		
	b	Épan.		P. indirecte.	0		
7	a	Presqu'ép.		P. croisée.	1 follicule double.	2	1
	b	Épan		Pas de poll.	0		
8	a	Presqu'ép.		P. directe.	0		
	b	Presqu'ép.		P. indirecte.	0		
9	a	Épan.		P. directe.	0		
	b	Épan.		P. indirecte.	0		
10	a	Épan.		P. croisée.	1 follicule double.	4	
	b	Pas épan.		P. croisée.	0		
	c	Pas épan.		Pas de poll.	0		
	d	Pas épan.		Pas de poll.	0		
11	a	Presqu'ép.		Pas de poll.	0		
12	a	Pas épan.		P. croisée.	1 follicule simple.	2	
13	a	Épan.		P. directe.	0		
	b	Épan.		P. indirecte.	0		
	c	Pas épan.		Pas de poll.	0		

VINCA MINOR. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION	NOMBRE		
	DE FLEURS en expérience	DE FRUITS produits	MOYEN de bonnes graines par fruit
Pas de pollinisation.	8	0	
Pollinisation directe.	7	0	
Pollinisation indirecte.	7	0	
Pollinisation croisée.	7	5	2 2

de pots différents ne réalise pas à coup sûr cette condition. Car toutes ces plantes ont été récoltées dans l'espace de quelques mètres carrés sur un tapis continu de Pervenche, et elles peuvent être des divisions d'un seul et même pied. — Pour cette raison je préfère employer à la pollinisation croisée du pollen d'origine sûrement différente; ce pollen est pris sur des fleurs indigènes de Fontainebleau (Roche-Éponge).

Fructification. — Les pollinisations terminées, les pots sont placés dans une pièce bien éclairée au voisinage d'une fenêtre ouverte, et les fleurs des sacs sont régulièrement observées.

Les corolles se flétrissent rapidement, mais les ovaires persistent; pendant plusieurs semaines, ils ne présentent aucun changement. Mais le 10 mai je constate que certains d'entre eux sont très légèrement agrandis et représentent des ébauches nettes de fruit, tandis que les autres fleurs ont leur pédoncule jauni ou desséché. Ces jeunes fruits continuent leur développement et arrivent à maturité le 11 juillet; ils renferment tous une ou plusieurs graines mûres.

Cette série de pollinisations, dont on trouvera le détail et le résumé dans les tableaux ci-joints, conduit aux résultats suivants:

1° Les fleurs de *Vinca* sont toutes restées stériles après pollinisation directe et pollinisation indirecte.

2° Elles ont au contraire presque toutes fructifié après pollinisation croisée.

On peut donc tirer de ces expériences cette conclusion que *les fleurs de VINCA MIXOR ne se fécondent qu'à la condition d'être pollinisées avec du pollen d'autres plantes.*

Ce résultat, qui corrobore les premières observations faites sur *Vinca major* et *Vinca rosea*, confirme donc expérimentalement ce fait, qu'on a essayé de démontrer par le seul examen des fleurs, que *les Pervenches sont bien réellement adaptées à la pollinisation croisée* et qu'elles sont par conséquent tributaires des insectes; car il ne semble pas que leur pollen aggloméré puisse être disséminé par le vent.

VINCETOXICUM OFFICINALE

Les fleurs des Asclépiadées ont de bonne heure attiré l'attention des observateurs par leur structure spéciale; la plu-

part d'entre elles présentent une série de caractères morphologiques communs, qui sont surtout dus à une différenciation spéciale de l'androcée : celui-ci prend un développement exceptionnel autour du pistil ; les filets des étamines soudés entre eux entourent complètement le style, et les anthères, qui sont étroitement appliquées contre la surface globuleuse du stigmate, s'élargissent à leur sommet et latéralement par des surfaces membraneuses, de telle façon qu'elles arrivent à recouvrir presque toute la surface de cet organe (voir page 83, figure 27).

Mais la principale particularité de ces fleurs réside dans la structure du pollen : dans chaque loge des anthères les grains de pollen restent réunis en un massif compact, qui constitue une pollinie et ces pollinies sont rattachées deux à deux à un des petits corps noirs appelés rétinacles, qui occupent un des angles de la tête stigmatique pentagonale ; elles restent ainsi associées à leur sortie des loges et constituent donc un appareil pollinique complexe (voir page 83, fig. 29).

Il résulte de ces deux caractères de la configuration spéciale du stigmate et de la structure particulière du pollen que l'étude de la pollinisation doit être particulièrement intéressante chez ces plantes ; elles n'ont pas manqué d'être souvent étudiées à ce point de vue.

Quelques auteurs parmi les plus anciens (Treviranus (1), Brongniart (2), Ehrenberg (3)), ont pensé que les pollinies germent sur place et que les candicules, qui les réunissent aux rétinacles, sont les intermédiaires grâce auxquels les tubes polliniques pénètrent dans le stigmate.

D'autres observateurs, Sprengel (4), R. Brown (5), ont cons-

(1) TEVIRANUS. *Zeitschrift für Physiologie*, t. II, p. 230.

(2) BRONGNIART. *Ann. Sc. Nat.*, 1831, t. XXIV, p. 273.

(3) EHRENBURG. *Linnaea*, p. 94, 1829, et *Ueber das Pollen der Asclepiadeen*. Comptes rendus de l'Académie royale des sciences de Berlin, novembre 1831.

(4) C. K. SPRENGEL. *Das entdeckte Geheimnis der Natur etc.* Berlin, 1793.

(5) R. BROWN. *Essay on Asclepiadæ* (Transact., Wern., t. I, p. 19, 1809).

— *Observations on fecundation in Orchidæ and Asclepiadæ* (Trans. of Linn. Soc. of London, 1833).

taté que les insectes, qui visitent fréquemment ces fleurs, accrochent souvent les rétinacles et peuvent ainsi entraîner les pollinies ; et ils ont supposé que leur rôle consistait à déplacer les pollinies dans l'intérieur des fleurs pour les transporter au contact du stigmate.

R. Brown a montré le premier que la partie papilleuse du stigmate localisée aux faces latérale et inférieure n'était accessible que par les intervalles étroits, qui séparent deux anthères voisines.

Mais ces deux théories de l'autofécondation spontanée et de l'autofécondation réalisée par les insectes furent bientôt remplacées par une troisième, qui considère la pollinisation croisée comme le mode de fécondation ordinaire de ces fleurs ; les agents de cette pollinisation sont encore les insectes, qui, tout en butinant le nectar, emportent souvent des pollinies attachées à leur trompe ou aux articles de leurs pattes. Cette théorie a son point de départ dans les observations d'Hildebrand (1).

A sa suite l'école de Darwin s'efforce de démontrer que les Asclépiadées sont bien réellement adaptées à la pollinisation croisée. Delpino (2), Mansel Weale (3), Müller (4), multiplient leurs observations sur un grand nombre d'espèces. Toutes leur paraissent posséder une structure telle que les insectes visiteurs doivent forcément introduire les pollinies qu'ils

(1) HILDEBRAND. *Ueber die Befruchtung von Aselepias Cornuti* B. Zeitung, 1866, p. 376.

Cet auteur constate sur l'*Aselepias Cornuti* que les insectes peuvent parfois enlever toutes les pollinies d'une fleur pour les transporter sur une fleur plus âgée ; il en conclut que l'autopollinisation n'a souvent pas lieu dans la nature et qu'elle est remplacée par une pollinisation entre fleurs différentes.

(2) F. DELPINO. *Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante autocarpee*. Firenze, 1867.

— *Ulteriori osservazione sulla dicogamia nelle regno vegetale*. Milano, Pt I, 1868, 1869 ; Pt II, fasc. I, 1870 ; fasc. II, 1875. Estratto dagli Atti della Soc. Ital. delle Sci. Nat. in Milano, vol. XI et XII.

(3) J. P. MANSEL WEALE. *Observations on the mode in which certain species of Asclepiadæ are fertilized* ; abstract of a paper by J. P. Mansel Weale, B.-A. Oxon (Journal of the Linn. Soc. of London, Bot., vol. XIII, 1873).

(4) H. MÜLLER. *Befruchtung*, p. 337.

apportent dans les intervalles des anthères. Et de ce que les insectes se voient fréquemment sur ces fleurs, ils en concluent que leur intervention est indispensable, et que la fécondation croisée est le mode de fécondation normal de ces plantes. Ils vont jusqu'à s'appuyer sur des détails de structure pour prouver l'impossibilité de la pollinisation directe.

Mais c'est là une déduction un peu hardie. L'adaptation des fleurs à la fécondation croisée ne peut être démontrée que par des pollinisations artificielles, et celles-ci font encore aujourd'hui presque complètement défaut. Corry (1) a seul fait quelques expériences, qui paraissent d'ailleurs confirmer l'hypothèse des Darwinistes, mais il n'en donne qu'une description tout à fait insuffisante, qui tient dans ces quelques lignes : « J'ai pollinisé, dit-il, des fleurs d'*Asclepias Cornuti* avec des pollinies prises les unes sur d'autres fleurs du même pied, d'autres sur des plantes, qui dérivent de la même souche par voie végétative bien qu'elles poussent en des endroits distincts, et d'autres enfin de plantes issues de graines distinctes. Je n'ai obtenu de bons résultats que dans ce dernier cas seulement. Dans les deux premiers cas, il se produisait bien des tubes polliniques, qui pénétraient même assez profondément dans l'ovaire, mais il n'en résultait aucune graine (2). » Par contre ce même auteur s'étend longuement sur la façon dont les insectes visitent ces fleurs.

Ces expériences restent isolées d'ailleurs, et la théorie qu'elles soutiennent par conséquent insuffisamment démontrée.

L'on conçoit que certains auteurs modernes se soient un peu écartés de cette manière de voir. Ils ne nient pas la possibilité de la pollinisation croisée, mais sa réalisation fréquente leur paraît difficile : non seulement les petits insectes sont incapables d'arracher les pollinies et restent agglutinés par leurs pattes ou par leur trompe à la substance cirreuse des

(1) T. H. CORRY, *Structure and development of gynostegium and on mode of fertilization in Asclepias Cornuti* Dene (Trans. of Linn. Soc. London, vol. XI, 1884).

(2) *Id.*, p. 198.

rétinacles, mais il arrive assez souvent qu'on trouve des insectes de grande taille pris au piège à leur première visite dans ces fleurs (1), et quand ils réussissent à se dégager il paraît exagéré de supposer qu'ils iront introduire les pollinies, qu'ils apportent, dans les étroites fentes interlaminales, qui conduisent aux parties conductrices du stigmate.

Et ces auteurs ont été amenés à émettre l'hypothèse d'une fécondation directe ordinaire des fleurs ; les insectes auraient leur rôle dans la pollinisation, en transportant les pollinies à l'intérieur des « chambres stigmatiques ». Mais leur intervention pourrait être inutile ; car, d'autre part, l'étude détaillée de la structure florale semble montrer la possibilité d'une autofécondation spontanée (2).

En tout cas la pollinisation croisée ne serait réalisée que d'une façon accidentelle. Cette manière de voir est en général adoptée par les auteurs, qui se sont occupés assez récemment de l'anatomie des Asclépiadées (3).

L'incertitude de ces théories m'a engagé à entreprendre quelques expériences sur une plante de cette famille, sur le *Vincetoxicum officinale*.

La structure des fleurs du *Vincetoxicum* (fig. 27 et 28) n'a pas manqué d'être invoquée en faveur de la pollinisation croisée. D'après Müller, celle-ci serait réalisée de la façon suivante :

(1) Ce fait a été signalé par M. G. BONNIER sur l'*Asclepias Drummondii* : très souvent les abeilles, qui visitent les fleurs de cette espèce, ont leurs pattes retenues entre les étamines et, ne pouvant se dégager, meurent ainsi tuées par la plante. *Les nectaires, étude critique, anatomique et physiologique*, 1879, p. 69. et *Cours de Botanique*, p. 588. Des constatations analogues ont été faites par E. POTT, CORRY, F. GUÉGUEN, P. DOP.

(2) Plusieurs auteurs ont trouvé des pollinies germant en place à l'intérieur des loges des anthères ; le fait est cité entre autres par BRONGNIART, l. c., EHRENBURG, l. c., POTT, *Proceedings of the Academy of natural Sciences*. Philadelphia, 27 août 1878, CHAUVEAUD.

(3) Voir G. CHAUVEAUD. *Sur la fécondation dans les cas de polyembryonie. Reproduction chez le Domppe-Venin*. Paris, 1892.

F. GUÉGUEN. *Anatomie comparée du tissu conducteur du style et du stigmate des Phanérogames I. Monocotylédones, Apétales et Gamopétales*. Thèse, Paris, 1901.

P. DOP. *Recherches sur la structure et le développement de la Fleur des Asclépiadées*. Thèse, Paris, 1903.

les insectes, qui visitent ces fleurs, vont puiser le miel dans les cinq fossettes nectarifères de la couronne, qui se trouvent

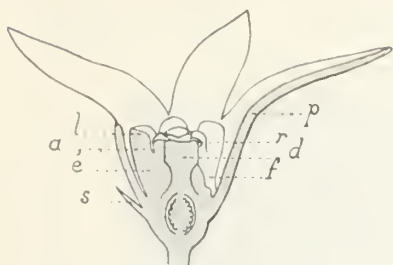


FIG. 27. — Fleur de *Vincetoxicum officinale*. (Section longitudinale.) — *s*, sépale; *p*, pétale; *é*, étamine; *l*, lobe de la couronne (appendice dorsal de l'étamine); *a*, anthère; *f*, fossette nectarifère (chambres staminales); *r*, rétinacle; *d*, disque stigmatifère.

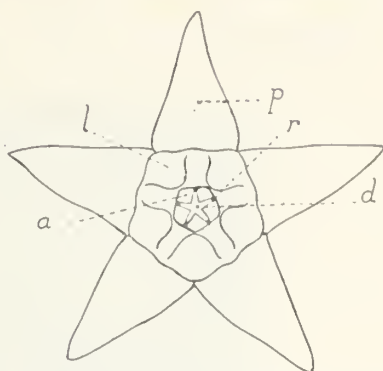


FIG. 28. — Fleur de *Vincetoxicum* (vue d'en haut). (Mêmes lettres que la figure 27).

au-dessous des rétinacles; il y a donc de grandes chances pour qu'en retirant leur trompe ils touchent à un rétinacle visqueux et l'entraînent avec les deux pollinies, qui lui sont adhérentes (fig. 29). Lorsqu'ensuite ils visitent d'autres fleurs, ils introduiraient les pollinies qu'ils apportent en suivant la fente de deux anthères jusqu'à l'intérieur des chambres stigmatiques et ils les y laisseraient, les caudicules se cassant dès qu'ils essayent de dégager leur trompe.

Tel serait le processus de cette pollinisation croisée.

Divers auteurs ont publié des observations intéressantes sur les divers insectes qui se rencontrent sur ces fleurs (1),

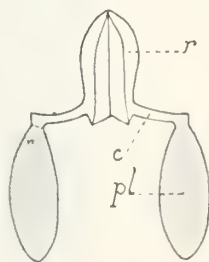


FIG. 29. — Masse pollinique de *Vincetoxicum*. *pl*, pollinie; *c*, caudicule; *r*, rétinacle.

(1) SPRENGEL, *l. c.*

H. MÜLLER, *Die Alpenblumen; ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben*. Leipsig, 1881.

F. HEIM, *Quelques faits relatifs à la capture d'insectes par des fleurs d'Asclépiadées et d'Apocynacées*. Bull. mensuel Soc. Linéenne Paris, 1896.

A. GIARD et P. HOUSSAY, *Observations sur la fécondation du Vincetoxicum officinale par les insectes*. Bull. de la Soc. entomologique de France, 1893, p. CCXXIII.

mais il n'a encore été fait aucune recherche expérimentale sur cette plante.

Mise en expérience. — Pour ces expériences, je dispose d'une dizaine



FIG. 30. — Un pied de *Vincetoxicum* en expérience.

de pieds récemment transplantés dans de grands pots, mais avec des précautions telles qu'ils n'ont nullement souffert ; lorsqu'ils commencent à fleurir, je choisis sur quelques-uns d'entre eux un certain nombre

de rameaux, que je répartis comme d'ordinaire en quatre lots : Pas de pollinisation, pollinisations directe, indirecte et croisée. Je les introduis séparément dans des sacs de gaze fine (fig. 30).

Ablation des pollinies. — Je ne puis songer à enlever les étamines dans les boutons, les anthères étant intimement soudées au stigmate. Mais il me semble qu'il est possible de les rendre infertiles en les privant de leur pollen ; la structure particulière de celui-ci rend cette opération facile. Il suffit en effet d'effectuer une traction douce sur chacun des rétinacles disposés aux angles de la tête stigmatique pour qu'il se détache et entraîne avec lui les deux pollinies voisines. Cette technique revient donc à imiter les insectes, et équivaut presque à une castration.

Mais les premiers résultats obtenus me montrent bientôt la complète inutilité de cette opération (1), et les fleurs mises en expérience dans la suite sont pollinisées telles qu'elles s'épanouissent, sans subir aucun traitement préalable.

Pollinisation. — La pollinisation artificielle des fleurs ne présente aucune difficulté technique : il est facile de transporter des masses polliniques complètes, arrachées avec les rétinacles, sur les mêmes fleurs ou sur d'autres, en se servant de la pointe d'une aiguille ; mais la structure florale est telle que les endroits susceptibles d'être pollinisés sont très différents.

Une première méthode consisterait à introduire les pollinies à l'intérieur des chambres stigmatiques, mais l'étroitesse des fentes interstaminales, qui leur donnent accès, rend cette opération très délicate.

Et je me contente des trois méthodes suivantes, qui correspondent sans doute aux pollinisations réalisées par les insectes :

Première méthode. — *Les masses polliniques sont déposées sur la surface supérieure du disque stigmatifère* (fig. 31).

Cette surface concave, qui occupe le milieu de la fleur est tout indiquée pour recevoir le pollen, mais elle est en partie recouverte par les prolongements membraneux des anthères, qui sont exactement appliqués sur elle. Je m'efforce de toujours bien placer les pollinies en son centre de façon qu'ils n'atteignent par aucun point la périphérie du disque (généralement deux, quelquefois trois doubles pollinies).

Deuxième méthode. — *Les masses polliniques sont déposées entre les anthères*, (fig. 31) de telle façon que leur rétinacle occupe un des angles du renflement stigmatique pentagonal et que leurs pollinies, appliquées à la

(1) La suppression des pollinies, qui entraîne la disparition des rétinacles a pour effet de rendre libre l'accès des chambres stigmatiques interstaminales qui doit être le lieu éminemment favorable au dépôt et à la germination des pollinies, mais c'est un avantage illusoire, car je constate que les fleurs intactes se fécondent tout aussi facilement.

surface des ailes latérales des anthères longent l'étroite fente qui conduit aux chambres stigmatiques.

TROISIÈME MÉTHODE. — Les masses polliniques sont déposées au fond des fossettes nectarifères (fig. 31) (encore appelées chambres staminales) qui occupent les échancrures des lobes de la couronne. Cette pollinisation est de

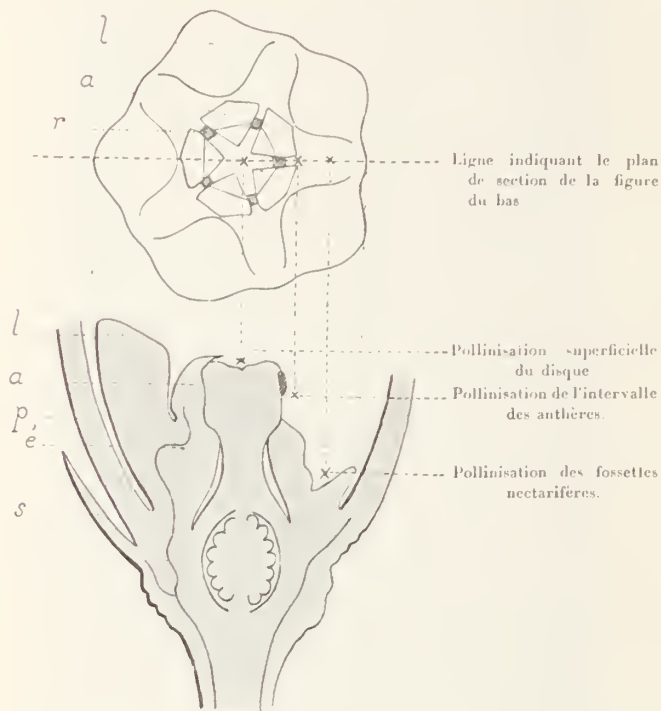


FIG. 31. — *Vincetoxicum officinale*. — Figure schématique indiquant les différents endroits de la pollinisation (voir la signification des lettres à la figure 27).

beaucoup la plus facile et il semble que ce soit naturellement dans ces cavités spacieuses, que tombent les pollinies apportées par les insectes (1).

Ces trois méthodes différentes me servent à réaliser tour à tour les trois modes de pollinisation, qui constituent la principale raison d'être de ces expériences, c'est-à-dire les pollinisations directe (pollinies prises dans la même fleur), indirecte (pollinies prises sur des fleurs de la même

(1) Les pollinies n'adhèrent bien à la surface de la fleur que si l'on a pris la précaution de la débarrasser au préalable de tout le nectar qu'elle renferme: celui-ci s'aspire facilement avec l'extrémité d'un tube effilé.

plante) et croisée (pollinies prises sur des pieds différents provenant d'une autre localité que les pieds des expériences).

Chaque inflorescence mise en sac épanouit successivement un certain nombre de fleurs, mais il importe pour le bon développement des fruits de n'en polliniser que quelques-unes ; car dans la nature il est rare de voir une même inflorescence porter plus de deux fruits. — Lorsque je juge ce nombre suffisant, je supprime tous les boutons non épanouis, et je n'ai plus qu'à examiner ce que deviennent les fleurs pollinisées.

Fructification. — Ces fleurs subissent deux évolutions différentes : les unes restent épanouies et flétrissent lentement leur corolle ; ce sont les fleurs non fécondées. Leur ovaire prend bientôt une teinte jaune, qui gagne le pédoncule et elles finissent par tomber. Les autres au contraire changent rapidement d'aspect par la perte de leur corolle et de leur androcée qui se détachent circulairement : ce sont les fleurs fécondées. Leurs sépales aigus, qui se sont rapprochés au-dessus de l'ovaire, s'écartent bientôt (vers le huitième jour) pour laisser apparaître entre eux l'ébauche du fruit, qui se compose d'un ou de deux follicules. Ceux-ci s'allongent extraordinairement vite et en moins d'un mois ils ont atteint leur complet développement. Je les introduis avant leur maturité dans des sacs de gaze pour ne les récolter qu'après leur déhiscence.

Les plantes d'expérience sont toujours restées à l'air libre en bonne exposition contre un bâtiment de façon à être protégées des ardeurs du soleil et spécialement du vent et de la pluie (1).

Cette série de pollinisations a donné un certain nombre de résultats, dont on trouvera le détail dans les tableaux qui suivent p. 93, 94, 95. Je les résumerai brièvement.

I. — Résultats relatifs à l'endroit de la pollinisation.

Les trois méthodes employées concurremment pour la pollinisation sont loin de s'équivaloir.

1° La pollinisation superficielle du disque s'est toujours montrée inefficace.

2° La pollinisation de l'intervalle des anthères et la pollinisation du fond des fossettes nectarifères ont au contraire donné des fruits.

(1) Elles n'ont séjourné dans le laboratoire que pendant le temps des pollinisations.

Donc les pollinies peuvent féconder les fleurs sans être introduites à l'intérieur des chambres stigmatiques ; mais il faut encore qu'elles soient déposées en des endroits déter-



FIG. 32. — *Vincetoxicum officinale*. — Plante n° 1, rameau C : 7 fruits croisés (5 follicules doubles, 2 simples). Photographie du 20 juillet.

minés de leur surface qui correspondent au pourtour et à la base de l'androcée. L'on remarquera que ces parties de la fleur, bien que n'appartenant pas au stigmate, sont assez voisines de la région papillifère : la distance à parcourir par

les tubes polliniques est donc assez faible (1). Et l'on comprend pourquoi certaines régions non conductrices du stigmate comme la surface supérieure du disque sont pollinisées sans résultats.



FIG. 33. — *Vincetoxicum officinale*. — Plante n° 2, rameau D : 7 fruits croisés (3 follicules doubles, 4 simples). Photographie du 20 juillet.

II. — Résultats relatifs à la nature de la pollinisation.

Les trois modes de pollinisation sont très inégalement efficaces.

(1) M. CHAUVEAUD a en effet montré que les chambres staminales (fossettes nectarifères) communiquent avec les chambres stigmatiques par une étroite fente ménagée au-dessous des ailes des anthères ; les tubes polliniques développés à leur intérieur peuvent donc ainsi arriver sur les papilles stigmatiques.

1° La pollinisation directe (pollinies de la même fleur déplacées) et la pollinisation indirecte (pollinies d'autres fleurs du même pied) sont toujours restées stériles.

2° Au contraire la pollinisation croisée a presque toujours



FIG. 34. — *Vincetoxicum officinale*. — Plante n° 4. rameau D: 4 fruits croisés (3 follicules doubles, 1 simple). Photographie du 20 juillet.

donné des fruits, et des fruits très vigoureux composés la plupart de deux follicules. Bien que les rameaux expérimentés en portent peut-être chacun un trop grand nombre, ils arrivent presque tous à maturité. Les figures 33 à 36 donnent les photographies de la plupart de ces fruits.

Je puis donc tirer de cette série d'expériences cette conclusion que *les fleurs de VINCETOXICUM OFFICINALE ne sont fertiles qu'à la condition d'être pollinisées avec du pollen de pieds distincts.*

Ce résultat, qui démontre l'autostérilité des fleurs de *Vincetoxicum*, paraît donc contredire l'opinion que les travaux des anatomistes ont fait prévaloir sur la pollinisation des Asclépiadées ; si ce même fait se retrouve chez d'autres genres, il

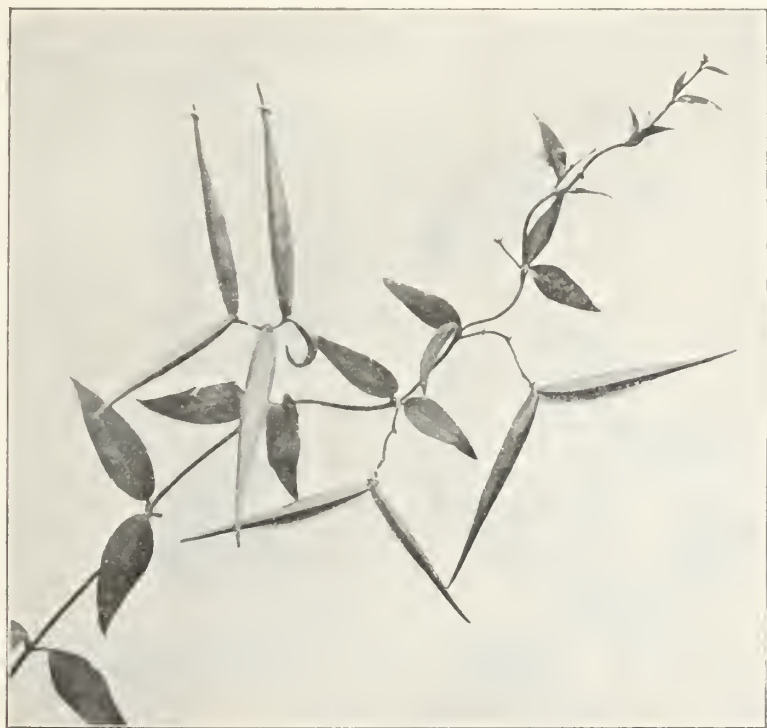


FIG. 35. — *Vincetoxicum officinale*. — Plante n° 7, rameau E: 5 fruits croisés (4 follicules doubles, 1 simple). Photographie du 20 juillet.

en faudra conclure que les caractères tirés de la disposition des organes floraux, de la structure anatomique ou de l'observation fréquente de pollinies germant en différents points de la surface florale, ne peuvent donner aucune indication précise sur le mode de fécondation réel de ces fleurs (1).

(1) Ainsi la germination fréquente des pollinies à l'intérieur des loges de l'anthère, qui a été signalée par CHAUEAUD, l. c., p. 74 sur le *Vincetoxicum*, et qu'il est facile de vérifier, ne démontre nullement la possibilité de la fécondation directe.

D'autre part mes expériences confirment la théorie des Darwinistes ; elles démontrent expérimentalement ce fait qu'ils ont essayé de démontrer par le seul examen des fleurs, que le *Vincetoxicum* est adapté à la pollinisation croisée par les insectes.



FIG. 36. — *Vincetoxicum officinale*. Plante n° 5, rameaux B et C sur chacun d'eux on voit les 2 fleurs croisées, qui donnent des fruits et les 4 fleurs autopollinisées, qui se flétrissent. Photographie faite le 3 août.

Il semble d'ailleurs que cette pollinisation se réalise d'une façon beaucoup plus simple qu'ils le pensaient.

J'ai en effet constaté que chez le *Vincetoxicum*, il était inutile pour la fécondation d'introduire les pollinies à l'intérieur des chambres stigmatiques (leur pollinisation par les insectes paraît plus ou moins problématique), et qu'il suffisait de polliniser certaines parties de la fleur beaucoup plus facilement accessibles comme le bord extérieur des fentes interstami-

VINCETOXICUM OFFICINALE. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

PLANTES	RAMEAU	FLEURS (indiquées par un chiffre représentant leur nombre) ÉPANOUIES										Fleurs châtrées ou non	TRAITEMENT SUBI À CES DATES PAR CES FLEURS			NOMBRE DES FRUITS		
		Juin								Juillet	Méthode employée pour les pollinisations artificielles			Produits	Arrivés à maturité			
		6	8	14	20	21	23	24	25		Pollinisation superficielle		Pollinisation intermédiaire			Pollinisation profonde.		
1	A		2								Fleurs châtrées sup- primées	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)		directe.		0		
	B	5		2											directe. indirecte.	0		
	C	2		3										indirecte.	indirecte. croisée.	0		
2	A	6	et beaucoup d'autres									Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0	
	B	9	3												directe.	directe.	0	
	C	8	5												indirecte.	indirecte.	0	
3	D	10	2								Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)		croisée.	croisée.	9	7	
	E				2											1	0	
	F				2									directe. indirecte. croisée.		0		
4	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B	Nombreuses fleurs épanouies.													0			
	C															0		
5	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	A														0			
	B														0			
6	C										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	D														0			
	E														0			
7	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
8	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
9	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
10	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
11	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
12	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
13	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
14	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
15	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
16	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
17	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
18	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
19	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
20	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
21	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
22	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
23	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
24	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
25	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
26	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
27	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
28	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
29	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
30	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
31	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
32	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
33	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
34	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
35	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
36	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
37	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
38	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
39	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
40	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
41	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
42	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
43	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B														0			
	C														0			
44	D										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	E														0			
	F														0			
45	A										Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)	Fleurs pollinisées toutes châtrées (pollines et rétina- cles primés)				0		
	B												</					

VINCETOXICUM OFFICINALE. — TABLEAU DES FRUITS RÉCOLTÉS.

PLANTES	RAMEAUX	FLEURS POLLINISÉES	FRUITS		FOLLICULES		LONGUEUR		NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque fruit	POIDS TOTAL de ces GRAINES
			Produits	Récoltés le 9 octob.	SIMPLES ou doubles	DE CHAQUE FOLLICULE (en mill.)				
1	C	8	7	7	a	double.	59	33	112	0,8975
					b	simple.	61			
					c	double.	61	42		
					d	simple.	45			
					e	double.	56	55	51	0,3605
					f	double.	61	55	57	0,462
					g	double.	41	33	18	0,145
2	D	12	10	7	a	simple.	58		20	0,769
					b	simple.	62			
					c	simple.	73			
					d	simple.	63		131	
					e	double.	72	71		
					f	double.	65	63	49	
					g	double.	73	69	56	
4	D	4	4	4	a	double.	55	50	47	0,326
					b	double.	63	62	51	0,384
					c	simple.	65		30	0,225
					d	double.	67	57	63	0,4635
5	B	2	2	1		simple.	44		10	0,088
	C	2	2	1		double.	58	26	24	0,187
6	A	2	1	0		simple, accidentellement cassé.				
	C	3	3	1		simple.	58		27	0,250
	E	2	1	1		double.	54	49	32	0,2645
7	E	5	5	5	a	double.	56	57	43	0,4325
					b	double.	50	44	20	0,2065
					c	double.	62	20	28	0,257
					d	simple.	61		26	0,256
					e	double.	57	49	28	0,278
TOTAL.		40	35	27						

nales ou la profondeur des larges dépressions nectarifères. Il n'est pas douteux que cette pollinisation simple peut être fréquemment réalisée par les insectes.

VINCETONICUM OFFICINALE. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MÉTHODE ET NATURE DE LA POLLINISATION		NOMBRE		
		DE FLEURS en expérience	DE FRUITS produits	DE FRUITS arrivés à maturité
Pas de pollinisation.. . . .		400	0	
Pollinisation superficielle : 2 à 3 masses polliniques placées à la surface du disque.	Poll. directe..	6	0	
	Poll. indirecte..	14	0	
	Poll. croisée..	18	0	
Pollinisation intermédiaire : 5 masses polliniques, pla- cées entre les anthères, à la hauteur des chambres stigmatiques.	Poll. directe..	5	0	
	Poll. indirecte..	7	0	
	Poll. croisée..	6	4	3
Pollinisation profonde : 5 masses polliniques dépo- sées dans les fossettes nec- tarifères.	Poll. directe..	25	0	
	Poll. indirecte..	24	0	
	Poll. croisée..	34	31	24

DEUXIÈME PARTIE

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MODES DE POLLINISATION CHEZ QUELQUES PLANTES HÉTÉROSTYLÉES.

C'est aux recherches de Darwin et d'Hildebrand que nous devons aujourd'hui la plus grande partie de ce que nous savons sur les plantes hétérostylées. Ce sont eux, qui les premiers ont défini les caractères de structure si particuliers qu'elles présentent et fixé les conditions spéciales de leur biologie.

Ces plantes se distinguent par une anatomie florale, qui tout en présentant les mêmes caractères généraux pour toutes les fleurs, offre des différences concernant la longueur relative du pistil et des étamines. La même espèce pourra comprendre ainsi sur des individus différents deux formes de fleurs, les unes ayant un style court et des étamines longues (fleurs brachystylées) et les autres un style long et des étamines courtes (fleurs dolichostylées).

La disposition des anthères à deux niveaux différents pourra donner naissance, dans certaines espèces hétérostylées, à trois formes de fleurs suivant que le stigmate est superposé ou inférieur aux deux groupes d'étamines, ou bien qu'il est intercalé entre les deux.

A ces dispositions peuvent s'ajouter d'autres caractères secondaires comme des différences dans la dimension des papilles stigmatiques et des grains de pollen.

C'est à cause de ces différences dans le pistil et les étamines suivant les fleurs, que Darwin et Hildebrand ont adopté

pour ces espèces le nom d'hétérostylées, mot incomplet puisqu'il ne désigne que les différences morphologiques relatives au pistil, lesquelles, comme nous venons de le voir, s'accompagnent toujours de différences corrélatives des étamines.

Ces plantes, bien que constituant un groupe très homogène, se répartissent entre les familles les plus différentes (Primulacées, Linées, Borraginées, Polygonées, Rubiacées, Lythariées, Oxalidées.

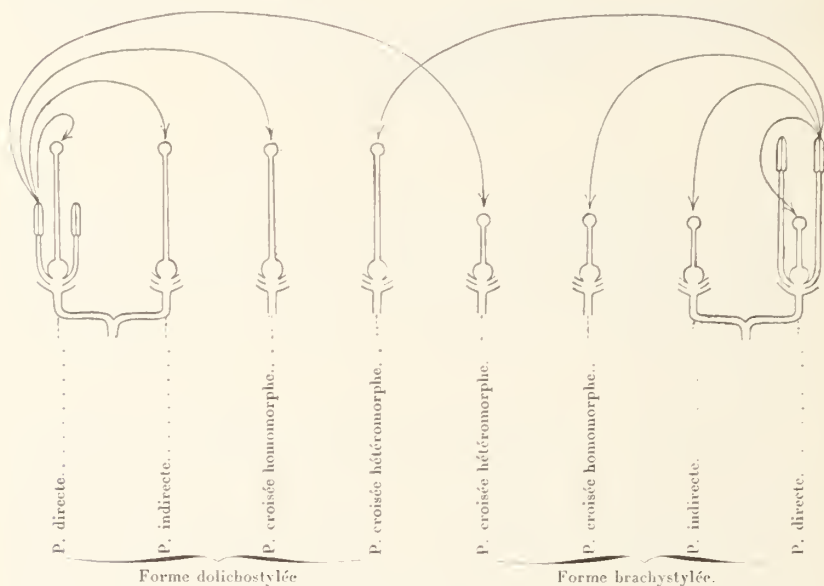


FIG. 37. — Schéma des différents modes de pollinisation chez une plante hétérostylée dimorphe.

L'existence de ces diverses séries d'individus dans une même espèce multiplie naturellement les modes de pollinisation. Tandis que pour une espèce ordinaire il n'y a, comme nous l'avons vu, que trois modes de pollinisation possibles (pollinisations directe, indirecte et croisée), il y aura pour une espèce hétérostylée dimorphe (à deux séries d'individus) quatre modes de pollinisation différents : les pollinisations directe et indirecte restent les mêmes, mais la pollinisation croisée peut se faire de deux façons : entre organes de même hauteur ou entre organes de hauteur différente (voir fig. 37). Et on comprendra que dans le cas des espèces trimorphes (à trois séries

d'individus le nombre des modes de pollinisation devienne beaucoup plus considérable.

Il y a donc là matière à de nombreuses expériences. Amorcées par Darwin dans ses pollinisations sur les *Primèvres* (*Primula officinalis*, *P. grandiflora*, *P. elatior*) (1), ces études ont été étendues par le même auteur, par Scott (2), et par F. Hildebrand (3) à un certain nombre d'autres espèces hétéro-

(1) Charles DARWIN. *On the two Forms, or Dimorphic Condition, in the Species of Primula and on their remarkable Sexual Relations*. Journal of the Linn. Soc., Bot., vol. VI, 1862, p. 77-99.

— *On the Existence of two Forms and on their Reciprocal Sexual Relation, in several Species of the Genus Linum*. Journ. Linn. Soc., Bot., vol. VII, 1864, p. 69-83.

— *On the Sexual Relations of the three Forms of Lythrum Salicaria*. Journ. Linn. Soc., Bot., vol. VIII, 1865, p. 169-196.

— *On the Character and Hybrid-like Nature of the Offspring from the Illegitimate unions of Dimorphic and Trimorphic Plants*. Journ. Linn. Soc., Bot., vol. X, 1869, p. 393-437.

— *The different Forms of Flowers on Plants of the same species*, in-8°. London, 1877, 2^e édition, 1880. Traduction française : *Des différentes formes de fleurs dans les plantes de la même espèce*, par Ch. DARWIN, traduit par le Dr Ed. Heckel. Paris, Reinwald, 1878.

(2) John SCOTT. *Observations on the Functions and Structure of the Reproductive Organs in the Primulaceæ*. Journal Linn. Soc. Bot., vol. VIII, 1865, p. 78-126.

(3) F. HILDEBRAND. *Dimorphismus von Primula sinensis*. Verh. des Naturh. Ver. der pr. Rheinlande und Westfalens, Sitzungsber. XV, 1863, p. 183-184.

— *Ueber den Dimorphismus von Pulmonaria officinalis*. Bonn. Sitz.-Ber. Niederrhein. Gesellsch., 1864, p. 56.

— *Experimente über den Dimorphismus von Linum perenne*. Halle. Zeitschr. gesamt. Naturw., XXIII, 1864, p. 417, 511.

— *Experimente über den Dimorphismus von Linum perenne und Primula sinensis*. Bot. Zeitg., XXII, 1864, p. 1-5.

— *Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus*. Bot. Zeit., XXIII, 1865, p. 1-6, 13-15.

— *Ueber den Trimorphismus*. Verh. d. Naturh. Vereins der Rheinlande und Westfalens, Sitzungsber., 1865, p. 4-6.

— *Ueber den Trimorphismus in der Gattung Oxalis*. Monatsberichte der Akad. der Wiss. zu Berlin, p. 352-374, 1866.

— Charles DARWIN. *Ueber den Charakter und die bastardartige Natur der Abkömmlinge illegitimer Verbindungen von dimorphischen und trimorphischen Pflanzen*. Bot. Zeit., XXVI, p. 649-651, 666-670, 684-686, 1868.

— *Experimente und Beobachtungen an einigen trimorphen Oxalis Arten*. Bot. Zeit., XXIX, p. 415-425, 431-442, 1871.

— *Experimente über die geschlechtliche Fortpflanzungsweise der Oxalis Arten*. Bot. Zeit., 1887, p. 1-6, 17-23, 33-40.

stylées (*Primula sinensis*, *P. auricula*, *P. Sikkimensis*, *P. cortusoides*, *P. involucrata*, *P. farinosa* ; *Linum grandiflorum*, *L. perenne* ; *Pulmonaria officinalis*, *P. angustifolia* ; *Polygonum Fagopyrum* ; *Mitchellia repens* ; *Lythrum Salicaria* ; *Oxalis Valdiviana*, *O. Regnelli*, *O. speciosa*).

Il résulte de l'ensemble de leurs travaux que le pollen a une efficacité très variable suivant son origine et que de tous les modes de pollinisation celui qui donne les résultats les plus favorables est toujours, bien qu'à des degrés divers, la pollinisation croisée réalisée entre fleurs de forme différente et entre organes sexuels de même hauteur. Et la supériorité de ce dernier mode de pollinisation, qui est démontrée par une plus grande proportion relative de fruits et de graines, se retrouve également sur les plants qui en proviennent à certains caractères touchant leur nature, leur vigueur et leur fécondité. Darwin attribue une grande importance à cette propriété physiologique, dont il fait un des caractères constants des plantes hétérostylées.

Quelques expériences de même nature ont été entreprises par un petit nombre d'auteurs ; un bien plus grand nombre se sont contentés d'étudier les particularités morphologiques de plantes qu'ils font rentrer dans la même catégorie, mais sur lesquelles ils n'ont pas fait d'expériences physiologiques, la plupart de ces plantes étant des espèces tropicales.

Dans les recherches, que j'ai entreprises sur ces plantes en vue de comparer l'efficacité des différents modes de pollinisation, j'ai évité de recourir au procédé d'expérimentation imparfait, employé parfois par les précédents auteurs et qui consistait à diviser les plantes en deux lots, l'un protégé par une gaze et l'autre abandonné à l'air libre aux visites des insectes : car dans le premier il n'est pas prouvé que les fleurs s'autofécondent spontanément, et dans le second, sait-on si les insectes ont rempli le rôle qu'on leur a assigné ? Dans toutes mes expériences j'ai tenu, pour y mettre toute la rigueur

— Ueber die Heterostylie und Bastardierungen bei Forsythia. Bot. Zeit., 1894, Abt. I, p. 191-200.

possible, à n'utiliser que de pollinisations artificiellement réalisées.

Les détails de la technique employée sont les mêmes que ceux, qui ont été décrits précédemment : boutons châtrés, boutons enfermés dans des sacs de gaze fine ¹, fleurs épanouies pollinisées avec du pollen de fleurs protégées.

Naturellement, j'ai été obligé à cause de la multiplicité des modes de pollinisation de diviser mes plantes en un plus grand nombre de lots auxquels s'ajoutent les fleurs témoins comme dans les premières expériences.

Dans la description de leurs pollinisations, Darwin et Hildebrand employent deux termes que j'ai cru devoir modifier : ils désignent sous le nom d'unions « légitimes » les pollinisations croisées entre organes de même hauteur, qui donnent les meilleurs résultats, et sous le nom d'unions « illégitimes » les pollinisations moins efficaces entre organes de hauteur différente. Il m'a semblé préférable, pour ne point préjuger les résultats, d'employer les termes d'hétéromorphe et d'homomorphe pour désigner les deux pollinisations croisées entre fleurs de forme différente et entre fleurs de même forme. Mais je ferai remarquer que les termes d'hétéromorphe et d'homomorphe ne correspondent aux deux appellations de Darwin que chez les espèces hétérostylées dimorphes. Chez les espèces hétérostylées trimorphes, dont je n'ai pas eu à m'occuper d'ailleurs, il conviendrait de créer un autre mot, qui indique si les croisements hétéromorphes sont réalisés entre organes de même hauteur ou entre organes de hauteur différente.

PRIMULA GRANDIFLORA

La plupart des espèces du genre *Primula* appartiennent au groupe des plantes hétérostylées dimorphes. Ce sont en

(1) Les sacs qui ont servi aux expériences de 1903 sont confectionnés en une mousseline de coton, qui compte 40 fils au centimètre. Les sacs employés en 1904 sont au contraire en gaze de soie comme ceux décrits dans la première partie de ce travail.

effet des espèces qui comprennent deux séries distinctes d'individus, dont les fleurs diffèrent surtout par la longueur relative de leurs étamines et de leur pistil. Je ne m'étendrai pas sur les caractères morphologiques des deux formes de fleurs dont Darwin (1) dans son important ouvrage a donné une description détaillée.

Mes recherches ont porté sur le *Primula grandiflora* et sur le *Primula officinalis*.

Le *Primula grandiflora* a été l'objet de deux séries d'expériences faites à un an de distance.

I. — Expériences d'avril 1903.

Mise en expérience. — Mes observations ont porté sur des pieds sauvages transplantés dans des pots et provenant de Bois-le-Roi (Forêt de Fontainebleau).

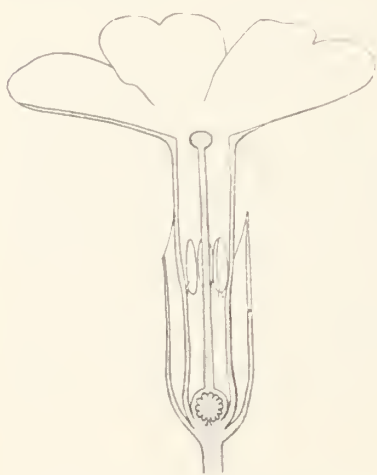


FIG. 38. — Fleur dolichostylée de *Primula grandiflora*. (Section longitudinale.)

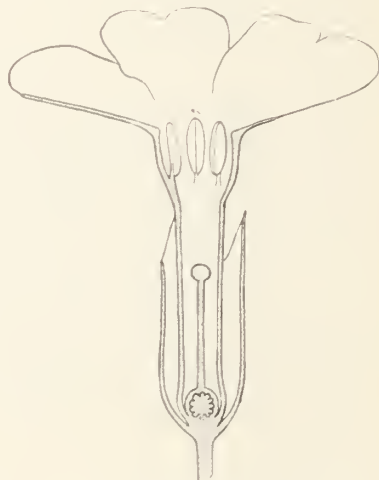


FIG. 39. — Fleur brachystylée de *Primula grandiflora*. (Section longitudinale.)

Castration. — Cette opération, très facile sur les fleurs brachystylées (fig. 39), dans lesquelles les anthères procèdent au-dessus de la gorge de la corolle, est plus délicate dans les fleurs dolichostylées (fig. 38), où il est nécessaire de pratiquer latéralement dans le tube de la corolle une petite boutonnière par laquelle on enlève les étamines.

(1) Ch. DARWIN. *Des différentes formes de fleurs*, trad. Heckel, p. 15 et suiv.

PRIMULA GRANDIFLORA. — DETAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1903.
FORME DOLICHOSTYLÉE.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES ou mises en expérience					FLEURS ÉPANOUIES		TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs.	CAPSULES RÉCOLTÉES LE 4 JUILLET	NOMBRE DE BOÎSES GRAINES dans chaque capsule	POIDS TOTAL DES BOÎSES GRAINES de chaque capsule
	Avril					Avril					
	9	10- 11	17	20	22	15, 17	26				
1	a					+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	50	gr 0,0895
2	a					+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	43	0,0750
				b			+	P. cr. homo.	Caps. moyenne.	39	0,058
				c			+	Pas de poll.	o		
				d			+	P. directe.	Caps. petite.	19	
				e			+	P. directe.	Caps. petite.	14	
3	a					+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	51	0,0815
				b			+	P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	48	0,0665
4	a					+		P. cr. homo.	Caps. assez grosse.	55	0,069
	a					+		P. cr. homo.	Caps. assez grosse.	47	0,0635
	b					+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	57	0,0945
			c				+	P. cr. homo.	Caps. moyenne.	20	0,037
				d			+	Pas de poll.	o		
5	a					+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	46	0,0635
			b				+	P. cr. homo.	Caps. moyenne.	32	0,042
			c				+	Pas de poll.	o		
6			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	39	0,057
			b			+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	23	0,048
7			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	37	0,059
				b		+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	27	0,039
8			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	19	0,0295
			b			+		P. cr. hétéro.	Caps. petite.	12	0,0165
9			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	43	0,078
				b		+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	48	0,0835
				c		+		P. directe.	Caps. petite.	19	
10			a			+		Pas de poll.	o		
				b		+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	41	0,0715
				c		+		P. directe.	Caps. petite.	18	
11			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	40	0,0665
			a			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	34	0,05
				b		+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	55	0,0785
				c		+		Pas de poll.	o		
12			a			+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	22	0,032

PRIMULA GRANDIFLORA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1903.
FORME BRACHYSTYLÉE.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES OU mises en expérience					FLEURS ÉPANOUIES		TRAITEMENT SUIVI À CES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES LE 4 JUILLET	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule	POIDS TOTAL DES BONNES GRAINES de chaque capsule
	Avril					Avril					
	9	10- 11	17	20	22	15- 17	26				
N ^{os}											
1	a					+		P. cr. homo	o		
	b					+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	45	gr 0,0635
					c		+	Pas de poll.	o		
2	a					+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	40	0,057
					b		+	P. cr. homo	Caps. très petite.	13	0,024
3	a					+		P. cr. homo.	o		
4		a				+		P. cr. homo.	o		
		b				+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse	56	0,085
					e	+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	61	0,090
					d	+		Pas de poll.	o		
					e	+		Pas de poll.	o		
					f	+		P. directe.	o		
5		a				+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	33	0,0609
					b	+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	36	0,0615
6		a				+		P. cr. homo.	o		
		b				+		P. cr. hétéro.	Caps. très grosse.	68	0,1005
					c	+		Pas de poll.	o		
7		a				+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	62	0,085
					b	+		P. cr. homo.	Caps. très petite.	9	0,0155
					c	+		Pas de poll.	o		
8					a	+		P. cr. homo.	o		
					b	+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	28	0,0495
9					a	+		P. cr. homo.	o		
					b	+		Pas de poll.	o		
10					a	+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	40	0,065
					b	+		P. cr. homo.	o		
					c	+		P. directe.	o		

Mise en sac. — Aussitôt châtrés les boutons sont enfermés isolément dans des sacs de gaze ainsi qu'un certain nombre d'autres intacts (fig. 40).

Pollinisation. — Toutes ces fleurs s'épanouissent très bien à l'intérieur de la serre, où elles ont été placées pour les protéger du froid vif de la nuit — 6°.

PRIMULA GRANDIFLORA. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1903.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE			POIDS MOYEN d'une graine
		DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN de bonnes graines par capsule	
Forme doli- chostylée.	Pas de pollinisation.	3	0		
	Pollinisation directe.	4	4	17,7	
	P. croisée homomorphe.	12	12	37,3	0,0015
	P. croisée hétéromorphe.	12	12	40,2	0,0015
Forme bra- chystylée.	Pas de pollinisation.	6	0		
	Pollinisation directe.	2	0		
	P. croisée homomorphe.	10	3	18	0,0018
	P. croisée hétéromorphe.	9	9	48,3	0,0015
Les 2 unions homomorphes prises ensemble		22	15	27,5	
Les 2 unions hétéromorphes prises ensemble.		21	21	44	

Les fleurs intactes sont alors autopolinisées et les autres subissent trois traitements distincts : un premier lot subit la pollinisation croisée entre fleurs de même forme (pollinisation croisée homomorphe) ; un deuxième lot reçoit la pollinisation croisée entre fleurs de forme différente (pollinisation croisée hétéromorphe), et un troisième lot est mis de côté pour servir de témoin. Pour que les résultats soient plus comparables ces trois traitements sont répartis sur les fleurs d'un même pied.

Le pollen, employé pour ces pollinisations faites en deux séries le 16 et le 26 avril, est emprunté à des fleurs épanouies à l'abri des insectes. Pour atteindre le stigmate des fleurs brachystylées, il est nécessaire de pratiquer une petite incision dans le tube de la corolle.

Fructification. — Tout d'abord les fleurs non fécondées gardent leur corolle plus longtemps épanouie que les fleurs fécondées ; celles-ci se fanent rapidement et montrent bientôt leur ovaire qui grossit. Mais l'évolution des fruits paraissant se ralentir, pendant que les feuilles prennent

un développement considérable, les plantes sont transportées hors de la serre, d'abord sous un vitrage, puis à l'air libre contre un mur orienté au Nord.



FIG. 40. — *Primula grandiflora*. Deux plantes en expérience.

Rapidement alors les fleurs non fécondées se dessèchent et les jeunes capsules, protégées par le calice persistant, atteignent rapidement leur grosseur définitive ; elles jaunissent et finalement s'ouvrent laissant échapper dans les sacs les graines mûres.

L'expérience, en tous ses détails, est consignée dans les tableaux qui précèdent.

Au premier abord il semble qu'il existe une certaine supériorité de la pollinisation croisée hétéromorphe sur la pollinisation croisée homomorphe : en effet les deux unions hétéromorphes prises ensemble ont été plus fécondes que les deux unions homomorphes réunies, qu'on en juge par la proportion des fleurs, qui ont donné des fruits ou par le nombre moyen des graines contenues dans chaque capsule.

Mais si l'on regarde dans le détail des tableaux, qui précè-

dent, on constate que les deux formes dolichostylée et brachystylée se sont comportées d'une façon toute différente.

La forme brachystylée, très féconde après pollinisation hétéromorphe (puisque toutes les fleurs pollinisées ont donné des capsules, qui contiennent en moyenne 48,3 graines), l'a été beaucoup moins après pollinisation homomorphe (10 fleurs n'ont plus donné que 3 capsules, qui ne contiennent plus qu'une moyenne de 18 graines). Ces chiffres concordent avec les expériences de Darwin.

La forme dolichostylée, au contraire, s'est montrée aussi féconde après pollinisation homomorphe qu'après pollinisation hétéromorphe : dans les deux cas toutes les fleurs pollinisées ont donné des fruits et les fruits des deux origines contiennent presque le même nombre moyen de graines (40 et 37). Ces résultats diffèrent un peu des expériences de Darwin dans lesquelles cette même forme a donné après pollinisation homomorphe des fruits moins nombreux et moins lourds qu'après pollinisation hétéromorphe.

Cette différence de fertilité des deux formes est si marquée qu'elle semble même se retrouver pour la pollinisation directe : les fleurs brachystylées, qui ont été autopollinisées, sont en effet restées stériles, tandis qu'au contraire les fleurs dolichostylées traitées de la même façon ont toutes donné des fruits, mais ces essais ne portent que sur un très petit nombre de fleurs.

C'est pourquoi j'ai cru devoir entreprendre une nouvelle série d'expériences sur cette plante en 1904.

II. — Expériences d'avril 1904.

Ces nouvelles recherches constituent une étude détaillée de tous les modes de pollinisation et de leurs effets chez le *Primula grandiflora*. Si ce n'est qu'elles sont plus complètes, elles ne diffèrent guère des expériences précédentes et leur ressemblent pour la technique des castrations et des pollinisations. Je me contenterai donc d'en résumer brièvement les principales opérations,

Mise en expérience. — Les pieds d'expérience sont des pieds sauvages de même provenance que les précédents et mis en pots depuis un an.

Castration. — Parmi les nombreux boutons qu'ils présentent un certain nombre sont châtrés; puis ceux-ci et quelques autres intacts, enfermés isolément dans des petits sacs de gaze.

Pollinisation. — Quand ils s'épanouissent (et ils s'épanouissent rapidement à l'intérieur de la serre), ils subissent les 5 traitements suivants :

Pas de pollinisation ;

Pollinisation directe ;

Pollinisation indirecte ;

Pollinisation croisée homomorphe ;

Pollinisation croisée hétéromorphe, que j'essaie de répartir autant que possible sur les fleurs du même pied.

Ces pollinisations sont faites en deux séries les 11 et 13 avril, dans des conditions un peu différentes, car le 11 les plantes sont dans la serre chauffée et le 12 elles en sont enlevées pour être placées dans une salle non chauffée, mais en bonne exposition au voisinage d'une fenêtre. Enfin le 16 mai les pots sont installés dehors en pleine lumière (contre un bâtiment à l'abri d'un store) et les capsules issues des fleurs fécondées y mûrissent rapidement.

Le détail de l'expérience est consigné sous la forme de tableaux.

Si l'on examine ces tableaux, l'on constate que ces expériences confirment pleinement mes premières expériences de 1903.

Les deux formes brachystylée et dolichostylée sont toutes deux très fécondes après pollinisation croisée hétéromorphe, puisque les capsules volumineuses renferment en moyenne 54 et 60 bonnes graines, mais vis-à-vis des autres modes de pollinisation ces deux formes se comportent d'une manière très différente.

La forme brachystylée est très peu féconde après pollinisation croisée homomorphe (10 fleurs n'ont donné que 6 bonnes capsules, qui ne contiennent qu'une moyenne de 12 graines).

Elle est encore moins féconde après pollinisation indirecte (10 fleurs ont seulement donné 3 capsules, qui ne renferment plus qu'une moyenne de 6 graines). Et elle devient presque complètement stérile après pollinisation directe (un seul fruit de 5 graines).

La forme dolichostylée, au contraire, s'est montrée presque

PRIMULA GRANDIFLORA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1904.
FORME DOLICHOSTYLEE.

PLANTE	FLEURS CHARMÉES OU MISES en expérience			FLEURS TRANSMISSES		TRAITEMENT SUR LA CISE DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉGOLÉES LE 18 JUIN	NOMBRE DE BONES GRAINES dans chaque capsule
	8	9	11	11	13			
N°								
1	a			+		P. directe.	Caps. moyenne.	40
	b			+		P. indirecte.	Caps. moyenne.	42
	c			+		P. cr. homo.	o	0
	d			+		P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	72
2	a			+		P. directe.	Caps. moyenne.	39
	b				+	P. directe.	Caps. moyenne.	34
	c			+		P. indirecte.	Caps. moyenne.	45
	d			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	54
3	a			+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	38
	b			+		P. directe.	o	
				+		P. indirecte.	o	
		c		+		P. cr. homo.	Caps. grosse.	52
		d			+	P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	53
4	a			+		P. cr. homo.	Caps. assez grosse.	48
	b			+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	49
	c			+		Pas de poll.	o	
	d			+		Pas de poll.	o	
5	a			+		P. directe.	Caps. petite.	14
	b			+		P. indirecte.	Caps. moyenne.	23
	c			+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	50
6	a			+		P. directe.	Caps. avortée.	
	b			+		P. indirecte.	Caps. moyenne.	23
	c			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	42
	d				+	P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	41
7		a		+		P. directe.	o	
		b		+		P. indirecte.	Caps. avortée.	
	c			+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	54
	d			+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	52
		e			+	Pas de poll.	o	
		f		+		Pas de poll.	o	
8	a			+		P. directe.	Caps. petite.	10
	b			+		P. indirecte.	Caps. moyenne.	37
	c			+		P. cr. homo.	Caps. assez grosse.	59
	d			+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	58
9	a			+		P. directe.	Caps. très petite.	7
	b			+		P. indirecte.	Caps. très petite.	11
10			a		+	P. directe.	o	
			b		+	P. indirecte.	o	
			c		+	P. cr. homo.	Caps. très petite	10
			d		+	P. cr. hétéro.	o	
11			a		+	P. directe.	Caps. avortée.	
			b		+	P. indirecte.	Caps. avortée.	
			c		+	P. cr. homo.	Caps. grosse.	77
			d		+	P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	75

PRIMULA GRANDIFLORA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1904.
FORME BRACHYSTYLÉE.

PLANTES	FLEURS CHARCÉES ou mises en expérience		FLEURS TRANQUILLES		TRAITEMENT SÉRIE A. — LES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉS LE 18 JUIN	NOMBRE DE JEUNES-CHARCÉS dans chaque capsule
	Avril		Avril				
	8	9	11	12			
N ^o							
1		a	+		P. directe.	o	
		b		+	P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	Caps. petite.	13
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	62
2		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	Caps. petite.	7
		c	+		P. cr. homo.	Caps. petite.	12
		d		+	P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	60
		e		+	Pas de poll.	o	
		f		+	Pas de poll.	o	
3		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	Caps. très petite.	8
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	59
4		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	Caps. très petite.	7
		c	+		P. cr. homo.	Caps. très petite.	3
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse	52
5		a	+		P. directe.	Caps. petite.	5
		b	+		P. indirecte.	Caps. petite.	5
		c		+	P. cr. homo.	Caps. moyenne.	17
		d		+	P. cr. hétéro.	Caps. assez grosse.	52
6		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	Caps. petite.	11
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	52
7		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	o	
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	61
8		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c		+	P. cr. homo.	Caps. petite.	11
		d		+	P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	81
		e		+	Pas de poll.	o	
9		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	o	
		d	+		P. cr. hétéro.	Caps. tr. grosse.	73
10		a	+		P. directe.	o	
		b	+		P. indirecte.	o	
		c	+		P. cr. homo.	o	
		d		+	P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	54
		e		+	Pas de poll.	o	

PRIMULA GRANDIFLORA. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1904.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE		
		DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN de bonnes graines par capsule
Forme dolichostylée.	Pas de pollinisation.	4	0	
	Pollinisation directe.	11	6	24
	Pollinisation indirecte.	10	6	31
	P. croisée homomorphe.	9	8	49,5
	P. croisée hétéromorphe.	10	9	54,2
Forme brachystylée.	Pas de pollinisation.	4	0	
	Pollinisation directe.	10	1	5
	Pollinisation indirecte.	10	3	6,3
	P. croisée homomorphe.	10	6	12
	P. croisée hétéromorphe.	10	10	60,6

aussi féconde après pollinisation croisée homomorphe; ses fruits sont aussi nombreux et contiennent presque le même nombre de graines (49 au lieu de 54). Et contrairement à la forme brachystylée, cette même forme dolichostylée est encore féconde après pollinisation indirecte et même après pollinisation directe; les fruits obtenus, un peu moins nombreux c'est vrai, renferment encore un nombre très respectable de bonnes graines (31 et 24).

Et ces deux séries de pollinisations amènent à la conclusion suivante :

Le PRIMULA GRANDIFLORA est une plante hétérostylée dont les deux formes de fleurs sont soumises à des conditions de fécondation différentes :

Les fleurs brachystylées sont très sensibles au mode de pollinisation et ne fructifient bien que dans des conditions

très déterminées, à savoir après pollinisation croisée hétéromorphe.

Les fleurs dolychostylées se fécondent beaucoup plus facilement, et sur elles tous les modes de pollinisation sont à peu près également efficaces.

C'est dire que les fleurs brachystylées sont nettement hétérostylées au point de vue physiologique, et qu'au contraire les fleurs dolichostylées le sont très peu, puisqu'elles se fécondent presque comme des fleurs hermaphrodites ordinaires.

Ce résultat de mes pollinisations sur le *Primula grandiflora* est intéressant parce qu'il révèle la possibilité de deux manières d'être complètement différentes vis-à-vis du pollen, chez les deux sortes de fleurs d'une même espèce hétérostylée.

PRIMULA OFFICINALIS

Mise en expérience. — J'ai à ma disposition dans les premiers jours d'avril 1903 un certain nombre de pieds sauvages pris dans le bois Gautier (Forêt de Fontainebleau) et transplantés dans de grands pots.



FIG. 41. — Fleur dolichostylée de *Primula officinalis* (Section longitudinale.)

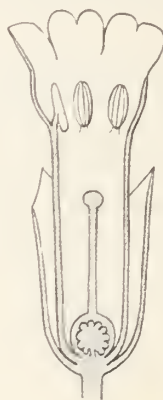


FIG. 42. — Fleur brachystylée de *Primula officinalis*. (Section longitudinale.)

Castration. — Lorsque les boutons approchent de la floraison, la castration est opérée et n'exige de précaution particulière que sur les fleurs dolichostylées (fig. 41 et 42), dont la corolle doit être légèrement fendue.

Il importe pour cette opération de choisir le moment où la corolle n'apparaît pas encore hors du calice. Sur chaque inflorescence il n'est conservé que le petit nombre de fleurs qui doit servir aux expériences et le tout est enfermé dans un même sac de gaze.



FIG. 43. — *Primula officinalis*. Deux plantes en expérience.

D'abord laissés à l'air libre, les pots sont ensuite placés dans la serre où une température plus chaude et surtout plus égale hâte l'épanouissement des boutons.

Le 22 avril le nombre des fleurs châtrées s'élève à une quarantaine pour chaque forme, réparties sur une douzaine d'inflorescences.

Pollinisation. — Aussitôt que les boutons d'une inflorescence commencent à s'épanouir, ils sont sortis du sac de gaze qui les protège pour être répartis à l'intérieur de 3 sacs différents de façon à pouvoir subir, ceux du premier sac la pollinisation croisée hétéromorphe, ceux du

PRIMULA OFFICINALIS. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1903.
FORME DOLICHOSTYLÉE.

PLANTES	FLEURS CHÂTRÉES OU				FLEURS ÉPANOUIES					TRAITEMENT SUBI A LES DATES par ces fleurs.	CAPSULES RÉCOLTÉES le 18 juillet	NOMBRE DE NOYEAUX CHÂTRÉS dans chaque capsule	POIDS TOTAL DES NOYEAUX CHÂTRÉS de chaque capsule
	mises en expérience.												
	Avril				Avril			Mai					
	8	10	18	19	18	21	27	2	5				
N ^{os}													
1	a				+					P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	25	0,0605
	b				+					P. cr. homo.	Caps. moyenne.	28	0,0535
	c				+					Pas de poll.	o		
	d				+					»	o		
	e				+					»	o		
2	a				+					P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
	b				+					P. cr. homo.			
	c				+					Pas de poll.			
3	a					+				Pas de poll.	o		
	b					+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	27	0,0515
	c					+				P. cr. homo.	Capsule petite.	4	0,0075
	d					+				Pas de poll.	o		
4	a					+				P. cr. hétéro.	Capsule petite.	10	0,018
	b					+				P. cr. homo.	Caps. ass. petite.	19	0,034
	c					+				Pas de poll.	o		
5			a					+		P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
			b					+		Pas de poll.			
6			a			+				P. cr. hétéro.	o		
			b			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.	19	0,047
			c			+				Pas de poll.	o		
7			a			+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	25	0,059
			b			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.	21	0,048
			c			+				Pas de poll.	o		
8			a					+		P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
			b					+		P. cr. homo.			
			c					+		Pas de poll.			
9			a			+				P. cr. hétéro.	Capsule grosse.	51	0,065
			b			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.	40	0,0985
			c			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.	32	
			d			+				Pas de poll.	o		
10			a					+		P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
			b					+		P. cr. homo.			
			c					+		Pas de poll.			
11			a			+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	57	0,1305
			b			+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.		
			c			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.	67	0,150
			d			+				P. cr. homo.	Caps. moyenne.		
			e			+				Pas de poll.	o		
12			a					+		P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
			b					+		P. cr. homo.			
			c					+		Pas de poll.			

PRIMULA OFFICINALIS. — DETAIL DES EXPÉRIENCES D'AVRIL 1903.
FORME BRACHYSTYLÉE.

PLANTES	FLEURS CHATRIÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE						FLEURS ÉPANOUIES					TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES le 17 juillet	NOMBRE DE BONNES GRAINES dans chaque capsule	POIDS TOTAL DES BONNES GRAINES de chaque capsule	
	Avril						Avril				Mai					
	8	10	11	18	19	22	11	18	21	27	2					5
N°																
1	a							+					P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
	b							+					P. cr. homo.			
	c							+					Pas de poll.			
	d							+					Pas de poll.			
2	a							+					P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
	b							+					P. cr. homo.			
	c							+					Pas de poll.			
	d							+					Pas de poll.			
3	a							+					P. cr. hétéro.	Caps. ass. grosse	42	gr. 0,0605
	b							+					P. cr. homo.	Caps. moyenne.	32	0,0495
	c							+					Pas de poll.	o		
4	a								+				P. cr. hétéro.	Caps. ass. grosse.	41	0,064
	b								+				P. cr. homo.	o		
5	a								+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	26	0,0465
	b								+				P. cr. homo.	o		
	c								+				Pas de poll.	o		
6		a							+				P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	34	0,0635
		b							+				P. cr. homo.	Caps. petite.	9	0,0235
		c							+				Pas de poll.	o		
7			a								+		P. cr. hétéro.	Inflorescence entièrement flétrie.		
			b								+		P. cr. homo.			
			c								+		Pas de poll.			
8				a							+		P. cr. hétéro.	Caps. ass. grosse.	69	0,1305
				b							+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	24	0,0965
				c							+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	11	
				d							+		P. cr. homo.	Caps. moyenne.	36	
9				a						+			P. cr. hétéro.	Caps. grosse.	49	0,072
				b						+			P. cr. homo.	Caps. grosse.	51	0,0805
				c						+			Pas de poll.	o		
10					a					+			P. cr. hétéro.	Caps. ass. grosse.	83	0,1165
					b					+			P. cr. hétéro.	Caps. ass. grosse.		
					c					+			P. cr. homo.	o		
					d					+			P. cr. homo.	o		
					e					+			Pas de poll.	o		
11				a							+		P. cr. hétéro.	Caps. moyenne.	37	0,064
				b							+		P. cr. homo.	Caps. petite.	15	0,034
				c							+		Pas de poll.	o		

PRIMULA OFFICINALIS. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES
D'AVRIL 1903 (1).

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE			POIDS MOYEN d'une graine
		DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOYEN de bonnes graines par capsule	
Forme doli- chostylée.	Pas de pollinisation.	10	0		
	P. croisée homomorphe.	9	9	25,5	0gr,0019
	P. croisée hétéromorphe.	8	7	27,8	0gr,0019
Forme bra- chystylée.	Pas de pollinisation.	8	0		
	P. croisée homomorphe.	10	6	25,6	0gr,0018
	P. croisée hétéromorphe.	10	10	39,6	0gr,0015
Les 2 unions homomorphes prises ensemble.		19	15	25,5	
Les 2 unions hétéromorphes prises ensemble.		18	17	33,7	

second la pollinisation croisée homomorphe, pendant que ceux du 3^e sont destinés à servir de témoins (fig. 43).

Cette disposition qui permet de faire subir trois traitements distincts aux fleurs d'une même inflorescence ne peut que rendre plus rigoureux les résultats et plus frappante leur comparaison.

Les pollinisations s'échelonnent du 11 avril au 5 mai ; le pollen est pris sur des fleurs protégées des insectes, et pour atteindre le stigmate dans la forme dolichostylée, il est nécessaire de pratiquer une incision latérale dans la corolle.

Fructification. — Aussitôt pollinisées les plantes sont replacées dans la serre. Mais les corolles se fanent en général assez lentement et, comme le 12 mai les fleurs non pollinisées sont la plupart incomplètement flétries, quelques-unes même encore épanouies, les pots sont installés dehors sous un vitrage et quelques jours après (20 mai) à l'air libre.

Les ovaires des fleurs fécondées se développent lentement, et ils

(1) Les inflorescences qui sont entièrement flétries sont exclues du tableau.

n arrivent à maturité que vers le 15 juillet (presque trois mois après la pollinisation).

Les résultats de cette série d'expériences se trouvent exposés dans les tableaux qui précèdent :

Les résultats obtenus sur cette plante sont tout à fait comparables à ceux que nous a donnés le *Primula grandiflora*.

Si la pollinisation croisée hétéromorphe paraît l'emporter au total sur la pollinisation croisée homomorphe, ce n'est qu'une apparence, car, si l'on regarde d'un peu plus près les tableaux, l'on constate que les deux formes se sont comportées d'une façon toute différente.

La forme brachystylée, très féconde après pollinisation croisée hétéromorphe (puisque toutes les fleurs pollinisées ont donné des capsules, qui contiennent en moyenne 39 graines), l'a été beaucoup moins après pollinisation croisée homomorphe (10 fleurs n'ont donné que 6 capsules qui ne contiennent plus qu'une moyenne de 25 graines).

La forme dolichostylée au contraire est également fertile par l'un et l'autre mode de pollinisation : chez elle c'est même la pollinisation homomorphe, qui donne le maximum de fruits (9 fruits pour 9 fleurs pollinisées); la pollinisation hétéromorphe ne donne que 7 fruits pour 8 fleurs.

Les fruits des deux séries sont sensiblement égaux et contiennent presque le même nombre moyen de graines (25,5 et 27,8).

[Cette petite différence tient à ce que j'ai compté pour bonne parmi les capsules homomorphes une capsule de 4 graines, dont la suppression élèverait la moyenne de 25 à 28.]

Il est à remarquer que ce résultat s'écarte des expériences de Darwin, dans lesquelles cette forme dolichostylée s'est montrée très peu féconde après pollinisation croisée homomorphe (20 fleurs ne lui ont donné que 5 capsules et des capsules inférieures de presque d'un tiers aux capsules hétéromorphes).

J'aurais voulu compléter ces expériences en 1904, et dans ce but j'ai institué en avril toute une série de pollinisations calquée sur celle que je faisais au même moment sur *Primula*

grandiflora. Mais elle n'a donné aucun résultat; pour une cause inexpliquée, toutes les fleurs se sont flétries sans donner un seul fruit.

Mais de la série de pollinisations de 1903 qui a parfaitement réussi, je puis tirer la conclusion suivante :

Le PRIMULA OFFICINALIS est une plante hétérostylée dont les deux formes de fleurs sont très fertiles après pollinisation croisée hétéromorphe, mais paraissent soumises à des conditions de fécondation différente après pollinisation croisée homomorphe : pollinisées avec du pollen de même forme les fleurs dolichostylées se montrent très fertiles et les fleurs brachystylées au contraire très peu.

La concordance, qui existe entre ces deux séries d'expériences sur *Primula grandiflora* et *Primula officinalis*, m'amène à faire les quelques remarques suivantes :

1° *Chez les deux formes de fleurs dolichostylées et brachystylées, le maximum de fertilité s'observe après pollinisation croisée hétéromorphe.*

Les Primevères ont donc bien, vis-à-vis du pollen, un façon d'être spéciale qu'elles doivent à leur nature hétérostylée, et ces expériences ne font que confirmer la théorie générale de Darwin sur ces plantes.

2° *La pollinisation croisée homomorphe donne des résultats très différents pour les deux formes : la fécondité des fleurs est réduite pour la forme brachystylée; elle est au contraire très grande pour la forme dolichostylée.*

C'est là une particularité intéressante, qui a été entrevue par Darwin quand il remarque que « excepté pour le *P. auricula*, les fleurs dolichostylées de l'ensemble des neuf espèces de *Primula*, étudiées à ce point de vue, sont plus fertiles que les fleurs brachystylées, lorsque les deux formes sont illégitimement fécondées (1) ».

Mes expériences rendent la différence beaucoup plus marquée, et c'est en cela surtout qu'elles s'écartent des expériences de Darwin : elles nous présentent la forme dolicho-

(1) CH. DARWIN. *Des différentes formes de fleurs*, trad. Heckel, p. 51.

stylée comme relativement beaucoup plus féconde après pollinisation homomorphe.

3° *L'étude de la pollinisation indirecte et de la pollinisation directe, que j'ai faite pour le PRIMULA GRANDIFLORA, conduit à la même conclusion.*

Il semble donc qu'il faille considérer les deux formes de fleurs dolichostylées et brachystylées des Primevères comme ayant une manière d'être aussi différente que possible. Toutes deux elles présentent une fertilité maxima après pollinisation croisée hétéromorphe et une échelle de fécondité décroissante jusqu'à la fécondation directe ; toutes deux elles sont hétéro-stylées par la fonction ; mais, tandis que la forme brachystylée a une sensibilité normale vis-à-vis du pollen, la forme dolichostylée a une sensibilité très émue, qui la rend presque indifférente au mode de pollinisation ; cette manière d'être serait comme la conséquence d'une atténuation physiologique du dimorphisme.

PULMONARIA ANGUSTIFOLIA

Mes expériences ont porté sur le *Pulmonaria angustifolia* des environs de Paris (fig. 44 et 45) (1).

Mise en expérience. — Au commencement de mai 1903, j'ai à ma disposition un certain nombre de pieds sauvages (forêt de Fontainebleau, bois Gautier), récemment transplantés dans des pots.

Castration. — Il est nécessaire de choisir pour pratiquer la castration les inflorescences à floraison peu avancée et d'opérer sur de jeunes boutons, parce que les anthères entrent assez tôt en déhiscence. Dans les fleurs dolichostylées on ne peut saisir les anthères qu'en fendant légèrement le calice et en pratiquant une fenêtre dans la corolle ; le bouton est ensuite maintenu fermé à l'aide d'un fil. L'opération terminée on supprime les boutons inutiles et la hampe florale est enfermée dans un sac protecteur en gaze fine (fig. 46).

Pollinisation. — Parmi ces fleurs les unes restent intactes et servent

(1) Cette espèce est celle qui a été étudiée par DARWIN.

de témoins, et les autres sont pollinisées de façon croisée homomorphe et croisée hétéromorphe. Autant que possible ces trois traitements sont répartis sur les diverses parties d'une même inflorescence.

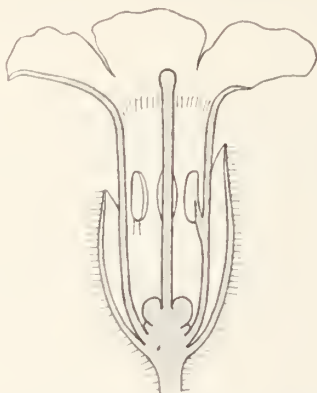


Fig. 44. — Fleur dolichostylée de *Pulmonaria angustifolia*. (Section longitudinale.)

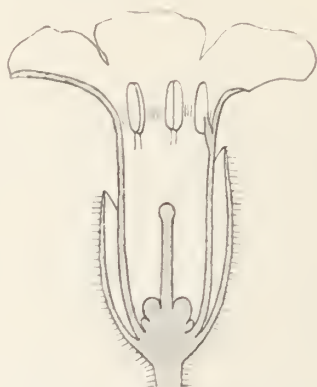


Fig. 45. — Fleur brachystylée de *Pulmonaria angustifolia*. (Section longitudinale.)

Les fleurs se flétrissent très tôt après leur épanouissement et la brièveté de leur floraison rend la pollinisation assez délicate. Le pollen est pris sur des fleurs jeunes protégées. On atteint le stigmate dans les fleurs brachystylées en enlevant la corolle, qui tient à peine; il n'en résulte d'ailleurs aucun inconvénient.

Fructification. — Les pots, d'abord placés dans la serre, sont installés ensuite (13 mai) dehors sous un vitrage et quelques jours après à l'air libre contre un mur exposé au Nord.

Les fruits se développent rapidement et le 22 juin tous les akènes sont récoltés.

Cette série d'expériences est exposée dans les trois tableaux qui suivent :

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau résumé pour voir que dans les 2 formes de fleurs la fécondation croisée hétéromorphe est très supérieure par le nombre de fruits qu'elle donne à la fécondation croisée homomorphe.

Ces expériences ne font que confirmer dans l'ensemble les expériences antérieures de Hildebrand et de Darwin.

Dans la forme dolichostylée l'inégalité entre les deux modes de pollinisation est des plus nettes, puisque la pollini-

sation croisée hétéromorphe donne 6 fruits, 9 akènes, lorsque la pollinisation croisée homomorphe ne produit rien.

La différence entre ces 2 modes de pollinisation est nette également pour la forme brachystylée. Si la pollinisation homomorphe ne se montre pas tout à fait stérile, sa fertilité est



FIG. 46. — *Pulmonaria angustifolia*. Un des pieds d'expérience.

très inférieure à celle de la pollinisation hétéromorphe (dans le rapport de $\frac{15}{3}$ pour le nombre de fruits et dans le rapport de $\frac{31}{4}$ pour le nombre d'akènes produits.

Mais il est intéressant de remarquer la fécondité différente des fleurs dolichostylées et des fleurs brachystylées ; après pollinisation croisée hétéromorphe, les 16 fleurs dolichostylées donnent seulement 6 fruits de 1,5 akène en moyenne, tandis

PULMONARIA ANGUSTIFOLIA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES
DE MAI 1903. — FORME DOLICHOSTYLÉE.

PLANTES.	INFLORESCENCES.	FLEURS CHATRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE.			FLEURS ÉPANOUIES.			TRAITEMENT SUITE À CES DATES par ces fleurs.	T. TRAQUÈNES. PRODUITS PAR inflorescence.	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence	
		Mai			Mai						
		4	5	7	10-11	13	21				
N ^{os} 1	A	a			+			P. cr. homo	0		
		b			+						
		c			+						
	A'		a		+			P. cr. hétéro	2	3	gr 0,036
		b		+							
		c		+							
	B		d		+			P. cr. homo.	0		
		a		+							
		b		+							
		c		+							
	C		d		+			P. cr. hétéro.	1	1	Non pesée.
		e		+							
		a		+							
		b		+							
		c			+						
	D		e		+			P. cr. homo.	0		
		a		+							
		b		+							
		c		+				P. cr. hétéro.	2	3	0,040
	D'		d		+						
	a		+								
	b		+				Pas de poll.	0			
D"		c		+							
	a		+								
E		b		+			Pas de poll.	0			
	c		+								
	d		+								
F		a		+			P. directe.	0			
	b		+								
	c		+								
2	A			a	+			P. cr. hétéro.	1	2	0,020
			b		+						
			c			+					
			d		+			Pas de poll.	0		
	B		a		+						
		b		+							
		c		+				P. cr. homo.	0		
	C		a		+						
		b		+							
		c			+						
		d				+		P. directe.	0		
	D		a				+				
		b					+				
		c					+				
		d					+				
		e					+				
		f					+				
		g					+				
		h					+				

PULMONARIA ANGUSTIFOLIA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES
DE MAI 1903. — FORME BRACHYSTYLEE.

PLANTES	INFLORES- CENCES	FLEURS CHATREES ou MISES EN EXPÉRIENCE			FLEURS ÉPANOLIES				TRAITEMENT SUR A. C. S. DATES par ces fleurs.	TÉTRAKÈNES produits par inflorescence	NOMBRE et POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence.	
		Mai			Mai							
		3	6	13	10	12	19	21				
1	A	a			+				P. cr. hétéro.	5	8	gr 0,0835
		b			+							
		c			+							
		d			+							
	B	e			+				P. cr. homo.	1	1	0,010
		a			+							
		b			+							
		c			+							
	C	d			+				Pas de poll.	0		
		e			+							
		f			+							
		a			+							
	D	b			+				P. directe.	0		
		c			+							
		d			+							
		e				+						
		f				+						
		g				+						
		a			+							
		b			+							
2	A	c			+				Pas de poll.	0		
		d			+							
		e			+							
		f			+							
	B	a			+				P. cr. homo.	1	1	0,010
		b			+							
		c			+							
		d			+							
		e			+							
		f			+							
					+							
					+							

PULMONARIA ANGUSTIFOLIA. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES
DE MAI 1903. — FORME BRACHYSTYLÉE. (*Suite.*)

PLANTES	INFLORES- CENCES	FLEURS CHATREES OU MISES EN EXPÉRIENCE			FLEURS TRANQUILLES				TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs.	TÉTRAKÈNES PRODUITS par inflorescence	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence			
		Mai			Mai									
N°		3	6	13	10	12	19	21						
2 seule	C		a		+				{	P. cr. hétéro.	3	8		
			b		+									
			c		+									
			d		+									
			e		+									
	D			a			+			{	Pas de poll	0		
				b			+							
				c			+							
				d			+							
				e			+							
	E			a			+			{	P. cr. homo.	0		
				b			+							
				c			+							
	F			d			+			{	P. cr. homo.	1	2	0,021
				a			+							
				b			+			{	P. cr. hétéro.	4	11	0,120
			c			+								
	G			d				+		{	P. directe.	3	7	
				a			+							
				b			+							
				c			+							
				d			+							
				e			+							

que les 15 fleurs brachystylées en donnent 15 de 2 akènes en moyenne. Après pollinisation homomorphe, les premières restent toutes stériles, tandis que les secondes donnent quelques fruits.

Donc les fleurs dolichostylées sont très peu fertiles, les fleurs brachystylées le sont au contraire beaucoup, à tel point que j'ai pu constater qu'elles fructifient même après pollinisation directe (7 akènes pour 15 fleurs).

PULMONARIA ANGUSTIFOLIA. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES
DE MAI 1903.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE			POIDS MOYEN d'un akène
		DE FLEURS en expérience	de TÉTRAKAISES produits.	MOYEN d'akènes par fruit	
Forme doli- chostylée	Pas de pollinisation.	10	0		
	Pollinisation directe.	13	0		
	P. croisée homomorphe.	15	0		
	P. croisée hétéromorphe.	16	6	1,5	0gr,012
Forme bra- chystylée.	Pas de pollinisation.	16	0	0	
	Pollinisation directe.	16	3	2,3	
	P. croisée homomorphe.	16	3	1,33	0gr,010
	P. croisée hétéromorphe	15	15	2,06	0gr,010

Cette même particularité se retrouve dans les expériences de Darwin, et il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau résumé de ses pollinisations pour constater que mes résultats se superposent aux siens et de la façon la plus parfaite.

A ce point de vue le *Pulmonaria officinalis* étudié par Hildebrand semble se comporter un peu différemment, puisque dans ses expériences les deux formes sont restées complètement stériles après pollinisation croisée homomorphe. Il semble donc que *Pulmonaria officinalis* jouisse d'une certaine autonomie vis-à-vis de *P. angustifolia*. Darwin invoque ce caractère en faveur du maintien de ces deux espèces, qui sont d'ailleurs très voisines au point de vue anatomique.

En résumé ces expériences conduisent aux conclusions suivantes :

1° Le *PULMONARIA ANGUSTIFOLIA* est plus franchement hétérostylé que les *Primevères*, et ne fructifie bien qu'après pollinisation croisée hétéromorphe.

2° Il constitue un deuxième exemple de fécondité différente des deux formes de fleurs d'une même espèce ; à l'inverse des Primevères, c'est la forme brachystylée, qui est la plus fertile, puisqu'elle seule donne quelques fruits après pollinisation croisée homomorphe et voire même après pollinisation directe.

LINUM GRANDIFLORUM

Le genre *Linum* renferme un certain nombre d'espèces hétérostylées parmi lesquelles les plus connues sont le *Linum perenne* et le *Linum grandiflorum* (fig. 47 et 48).



FIG. 47. — Fleur dolichostylée de *Linum Grandiflorum*.

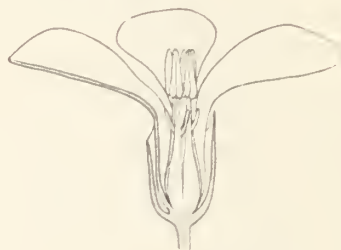


FIG. 48. Fleur brachystylée de *Linum Grandiflorum*.

Mise en expérience. — En août 1904 j'ai à ma disposition un certain nombre de pieds de *Linum grandiflorum*, résultats de semis faits dans des pots.

Castration. — Plus que toute autre cette plante démontre l'utilité de la castration, car, au moment de l'épanouissement, les stigmates se couvrent spontanément de pollen au contact des étamines. Mais si on cherche, comme d'ordinaire, à la pratiquer sur le bouton jeune, cette opération présente quelque difficulté à cause de l'enroulement des pétales sur eux-mêmes et de l'extrême fragilité de la corolle qui se détache dès qu'on y touche. Au contraire elle est des plus faciles, si l'on attend le moment où les pétales s'épanouissent d'eux-mêmes et mettent à nu les anthères encore non déhiscentes ; celles-ci s'enlèvent aisément dans les deux sortes de fleurs.

Mise en sac. — Tous les boutons, qui doivent servir aux pollinisations, sont introduits quand ils sont encore clos dans des sacs de gaze fine.

Pollinisation. — Les fleurs, quand elles sont aptes à la pollinisation, subissent les quatre traitements ordinaires :

LINUM GRANDIFLORUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.
FORME DOLICHOSTYLÉE.

FLEURS CHATREES OU MISES EN EXPÉRIENCE					TRAITEMENT SEMI A CES DATES ou le lendemain par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉES LE 9 OCTOBRE	NOMBRE DE GRAINES dans chaque capsule.	
Août							Graines mûres.	Graines non mûres ou avortées.
5	6	7	10	12				
a	b	c			Pas de poll.	0		
a								
b								
c								
d	e	f			P. directe.	0		
		g						
			h					
			i					
				j	P. indirecte.	0		
a		b						
a								
b								
	c				P. croisée homo.	0		
	d							
		e						
		f						
			g		P. croisée hétéro.	1 caps. grosse. 1 caps. moyenne. 1 caps. grosse. 1 caps. moyenne. 1 caps. grosse. 0 1 caps. moyenne. 1 caps. moyenne.	8	
a								
b								
	c							4
	d							1
		e						7
		f						4
			g					2
				h				

Pas de pollinisation,
Pollinisation directe,
Pollinisation croisée homomorphe,

LINUM GRANDIFLORUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.
FORME BRACHYSTYLÉE.

FLEURS CHATRÉES OU MISES EN EXPÉRIENCE						TRAITEMENT SUBI A CES DATES ou le lendemain par ces fleurs	CAPSULES RÉCOLTÉS LE 9 OCTOBRE	NOMBRE DE GRAINES dans chaque capsule	
Août								Graines mûres	Graines non mûres ou avortées.
5	6	7	8	10	12				
a	b					Pas de poll.	0	1	3
	c								
		d				P. directe.	1 caps. moyenne		
a	b								
	c								
	d								
	e					P. directe.	0		
	f								
		g							
		h							
			i						
				j					
					k	P. indirecte.	0		
	a		b						
a	b					P. croisée homo.	0		
	c								
		d							
		e							
			f						
				g					
a							1 caps. moyenne.	5	
	b								
		c				P. croisée hétéro.	1 caps. petite.		3
		d					1 caps. moyenne.		5
		e					1 caps. moyenne.		10
			f				1 caps. moyenne.		4
				g			0		
						1 caps. grosse.	9		

Pollinisation croisée hétéromorphe.

Le pollen nécessaire est fourni par des fleurs protégées.

Fructification. — Plusieurs séries analogues sont faites du 6 au 12 août.

LINUM GRANDIFLORUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE		
		DE FLEURS en expérience	DE CAPSULES produites	MOTEN de graines ¹ par capsule
Forme dolichostylée.	Pas de pollinisation.	3	0	
	Pollinisation directe.	10	0	
	Pollinisation indirecte	2	0	
	P. croisée homomorphe.	7	0	
	P. croisée hétéromorphe.	8	7	5.8
Forme brachystylée.	Pas de pollinisation.	4	0	
	Pollinisation directe.	11	1	
	Pollinisation indirecte.	2	0	
	P. croisée homomorphe.	7	0	
	P. croisée hétéromorphe.	7	6	6
1. Toutes les graines ne sont pas arrivées à maturité.				

Dès cette date il est possible de constater qu'un certain nombre d'ovaires enfermés dans les sacs, sans doute fécondés, restent verts, tandis que d'autres jaunissent et se fanent. A la deuxième observation, le 30 août, la différence est plus nette : les fruits sont déjà très agrandis et à côtes plus accusées ; les fleurs non fécondées (et elles sont nombreuses) sont complètement desséchées.

Les fruits arrivés à maturité sont récoltés, et les expériences sont décrites dans les tableaux ci-joints.

1° Toutes les fleurs dolichostylées et brachystylées se sont flétries après autopolinisation.

2° Elles se sont toutes également flétries après pollinisation croisée homomorphe.

3° Elles ont, au contraire, toutes fructifié après pollinisation croisée hétéromorphe.

Donc chacune des 2 formes de fleurs du *Linum grandiflorum* n'est fertile qu'à la condition de s'entre-croiser avec l'autre. Et ce résultat confirme les expériences de Darwin et d'Hildebrand, pour lesquels le mélange des fleurs dolichostylées et brachystylées est la condition essentielle de leur fertilité.

Il semble bien qu'exceptionnellement on puisse obtenir des fruits autofécondés, au moins chez les fleurs brachystylées, comme tendraient à le montrer le fruit isolé de mes pollinisations et les quelques autres analogues que Darwin croit avoir observés.

Mais il n'en reste pas moins démontré que le *LINUM GRANDIFLORUM* est une plante physiologiquement très hétérostylée.

POLYGONUM FAGOPYRUM (1)

Les quelques observations que Darwin a faites sur cette plante ne donnent que des indications imparfaites sur la fécon-



FIG. 49. — Fleur dolichostylée de *Polygonum Fagopyrum*.



FIG. 50. — Fleur brachystylée de *Polygonum Fagopyrum*.

dité relative des différents modes de pollinisation. Il lui semble, cependant, que les 2 formes de fleurs (fig. 49 et 50) ne sont pas complètement autostériles, car les quelques plantes qu'il isole sous une gaze donnent au moins en septembre un certain nombre d'akènes autofécondés produits sans l'intervention des insectes.

Mais Darwin rapporte également quelques expériences, qui

(1) HILDEBRAND a le premier signalé que cette plante est hétérostylée dimorphe. *Die Geschlechter-Vertheilung*, p. 40

paraissent montrer une certaine supériorité de la pollinisation croisée hétéromorphe sur la pollinisation croisée homomorphe. Mais elles consistent en des pollinisations, peu nombreuses, pratiquées d'ailleurs par une méthode très imparfaite, qui consistait à « frotter des fleurs détachées à plusieurs reprises contre certaines inflorescences protégées par une gaze ».

Et Darwin reconnaît lui-même que « les résultats obtenus par cette méthode ne sauraient inspirer une pleine confiance (1).

Le Sarrasin a été récemment l'objet d'expériences plus précises. S. Korshinsky et N. Monteverde (2) ont en effet démontré par des pollinisations artificielles bien conduites (faites à la fin de juillet et au commencement d'août au Jardin Botanique de Saint-Petersbourg) que les 2 formes de fleurs du Sarrasin sont presque complètement stériles après autopolinisation et pollinisation croisée homomorphe tandis qu'elles sont beaucoup plus fertiles après pollinisation croisée hétéromorphe.

J'ai été amené à la suite de quelques essais préliminaires faits en juin à apporter quelque modification à la technique, que j'avais employée jusqu'alors.

Chez le Sarrasin l'ablation des étamines dans le bouton jeune est assez facile ; en écartant les sépales avec une pince, il est toujours possible de saisir, sans les écraser, les huit anthères qui tranchent nettement par leur coloration rouge. Mais quelque soin qu'on apporte à l'opération, les fleurs châtrées s'épanouissent en général assez mal et leurs stigmates se flétrissent très rapidement (3). Pour ces raisons je crois préférable de ne pas supprimer les étamines dans les boutons. D'ailleurs dans les fleurs épanouies, les stigmates sont suffisamment loin des anthères pour échapper le plus souvent à l'autopolinisation spontanée. Avant de pratiquer des pollini-

(1) Ch. DARWIN. *Des différentes formes de fleurs*, trad. Heckel, p. 116 et suiv.

(2) S. KORSHINSKY et N. MONTEVERDE. *Bestäubungsversuche an Buchweizen* (Botanisches Centralblatt, 1900-1, vol. 81, p. 167-172).

(3) C'est là sans doute la raison principale du très grand nombre de flétrissements, observés par MM. KORSHINSKY et MONTEVERDE, même dans les cas de pollinisation les plus favorables.

sations, il est facile de s'assurer à la loupe que les stigmates ne sont pas soupoudrés de pollen.

Le Sarrasin que j'ai employé est le « Sarrasin gris ou argenté » du catalogue de Vilmorin.

J'ai entrepris deux séries d'expériences, l'une en juillet, l'autre en septembre 1903.

Expériences de juillet 1903.

Mise en expérience. — Dans un lot de Sarrasins semés dans des pots le 26 mai et qui commencent à fleurir le 11 juillet, je choisis deux pieds dolichostylés et deux pieds brachystylés, hauts de 0^m,90 à 1 mètre.

Mise en sac. — Il n'est guère facile d'isoler chaque inflorescence dans un sac différent à cause de la croissance rapide de la plante, qui mettrait dans la nécessité de déplacer trop souvent les sacs. C'est pourquoi je prends le parti de recouvrir le pied tout entier d'un seul sac de gaze monté sur une armature cylindrique, dont les grandes dimensions permettront à la plante de se développer à l'aise. Ces sacs, qui reposent sur trois pieds piqués en terre, sont fermés autour de la tige à l'aide d'une coulisse (fig. 51).



FIG. 51. — *Polygonum Fagopyrum*.
Une plante en expérience.

Pollinisation. — Les fleurs de deux de ces plantes protégées subissent quatre traitements différents :
Pas de pollinisation,
Pollinisation directe,
Pollinisation croisée homomorphe,

POLYGONUM FAGOPYRUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES DE JUILLET.
PLANTE DOLICHOSTYLÉE.

INFLO- RESCENCES	FLEURS ÉPANOUIES (indiquées par un chiffre représentant leur nombre)					TOTAL des FLEURS	TRAITEMENT SUBI À CES DATES par ces fleurs	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence.			
	Juillet										
	19	20	21	22	23						
A ₁	2	1	3	1		7	Pas de poll.	0			
B ₁		2	2	1		5		0			
C ₁		2		2	1	5		0			
D ₁	3		1	1		5		0			
A ₂	1	5	2	1		9	P. directe.	0			
B ₂	3	3	1	1		8		0			
C ₂	2	3	2	2		9		0			
D ₂						0		0			
A ₃	3	1	3	1		8	P. cr. homo.	0			
B ₃	2	1	2	1	2	8		0			
C ₃	1	2	3	1		7		0			
D ₃	1	2	3		1	7		0			
A ₄	2	3	3	1		9	P. cr. hétéro.	8	0,275		
B ₄	2	2	2	1		7		6	0,1985		
C ₄	3	2	1	2		8		7	0,117		
D ₄	2		2	1	1	6		6	0,212		

1. Les inflorescences représentées par la même lettre sont situées sur le même rameau.

Pollinisation croisée hétéromorphe.

Il est important que les divers traitements soient répartis sur des inflorescences comparables.

Les deux autres plantes ne servent qu'à fournir le pollen nécessaire aux expériences.

Sur chaque inflorescence les fleurs sont pollinisées dans l'ordre successif de leur floraison, qui est de courte durée et les trois stigmates sont toujours abondamment saupoudrés de pollen. Chaque mode de traitement comprend une trentaine de fleurs réparties à raison de six à sept par inflorescence. Les boutons non encore épanouis sont supprimés.

Fructification. — Les fleurs fécondées donnent des fruits, qui mûrissent rapidement.

POLYGONUM FAGOPYRUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES DE JUILLET.
PLANTE BRACHYSTYLÉE.

INFLORESCENCES	FLEURS ÉPANOUIES					TOTAL de ces FLEURS	TRAITEMENT SUR A CES DATES par ces fleurs.	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence.		
	Juillet									
	19	20	21	22	23					
A ₁	1	5	1	3		10	Pas de poll	0		
B ₁	1	1	2	2		6		0		
C ₁					2	2		0		
D ₁	2		3	3		8		0		
A ₂		2	1	3		6	P. directe.	0		
B ₂		2		3	1	6		0		
C ₂		1	3	4		8		0		
D ₂	1	1			1	3		0		
A ₃	2	2	2	1		7	P. cr. homo.	2	0,061	
B ₃	2	2	2	3		9		2	0,068	
C ₃	1	3	2	3		9		2	0,061	
D ₃		2	3	2		7		1	0,0335	
A ₄	3	3	1	1		8	P. cr. hétéro	5	0,1415	
B ₄	2	2	2	1		7		6	0,188	
C ₄	1	1	1	3	3	9		4	0,1235	
D ₄		1	2	2	1	6		6	0,199	

Cette série d'expériences, dont les détails sont consignés dans les tableaux ci-joints, donnent les résultats suivants :

- 1° Aucune des fleurs non pollinisées n'a donné de fruits ;
- 2° La pollinisation directe est complètement inefficace ; donc la méthode employée est suffisante, bien qu'imparfaite (étamines non supprimées dans les boutons) ;
- 3° La pollinisation croisée homomorphe est inefficace chez les fleurs dolichostylées et médiocre chez les fleurs brachystylées (7 akènes pour 32 fleurs pollinisées) ;
- 4° La pollinisation croisée hétéromorphe donne, dans les deux formes, des résultats très favorables : 30 fleurs dolichostylées ainsi pollinisées produisent 27 akènes et un même nombre de fleurs brachystylées en donnent 21.

POLYGONUM FAGOPYRUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES DE
JUILLET 1903.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE		POIDS MOYEN d'un akène
		DE FLEURS en expérience	D'AKÈNES produits	
Forme dolichostylée.	Pas de pollinisation.	28	0	
	Pollinisation directe.	26	0	
	P. croisée homomorphe	30	0	
	P. croisée hétéromorphe. . . .	30	27	0,0297
Forme brachystylée.	Pas de pollinisation.	26	0	
	Pollinisation directe.	23	0	
	P. croisée homomorphe.	32	7	0,0319
	P. croisée hétéromorphe	30	21	0,0310

Expériences de septembre 1903.

Il était intéressant de savoir si le Sarrasin se comporte de même en automne ou, au contraire, si, « plus avant dans la saison, les 2 formes deviennent », comme le pense Darwin, « manifestement autofertiles ».

Mise en expérience. — J'ai à ma disposition un lot de Sarrasins semés dans des pots le 24 juillet, qui atteignent en moyenne 0^m,75 de hauteur. Le 8 septembre ils commencent à fleurir. Je choisis quatre pieds vigoureux, et après les avoir débarrassés de toutes leurs fleurs épanouies ou passées, avoir étiqueté les inflorescences de deux d'entre eux (le brachystylé est le plus fort), je les renferme dans un des sacs de gaze déjà employés.

Pollinisation. — Dès le lendemain un certain nombre de boutons s'épanouissent. Il est important de polliniser les fleurs dès leur épanouissement (qui n'a souvent lieu que vers 9 heures du matin), parce qu'elles se fanent assez vite; le soir les anthères tombent et les sépales se referment.

Ces fleurs s'ouvrent d'ailleurs assez lentement sans doute à cause de la température des nuits assez basse (0°), ce qui échelonne mes pollinisations sur un plus grand nombre de jours (9, 11, 12, 13, 14, 16 septembre). Mais le 17 et 18, le temps devenant tout à fait mauvais, les fleurs cessent de s'épanouir et j'arrête là cette expérience.

Fructification. — Dès le 20 septembre des ébauches de fruit se montrent sur les fleurs qui ont subi la pollinisation croisée hétéromorphe. Ces fruits arrivent à maturité et les derniers sont recueillis le 10 novembre.

Cette deuxième série d'expériences donne les résultats suivants :

1° Aucune des fleurs non pollinisées n'a donné de fruit.

2° La pollinisation directe est inefficace.

3° Les pollinisations indirecte et croisée homomorphe sont également complètement inefficaces.

4° La pollinisation croisée hétéromorphe donne seule des fruits et en très grand nombre 17 akènes pour 17 fleurs dolichostylées, 29 akènes pour 35 fleurs brachystylées.

Cette deuxième série confirme donc pleinement la première en ce qui concerne l'autopollinisation ; cette dernière ne donne pas plus de graines en septembre qu'en juillet. Elle n'en diffère qu'en ce qui concerne la pollinisation croisée homomorphe, qui reste complètement stérile, même chez la forme brachystylée (les 34 fleurs brachystylées pollinisées de cette façon n'ont pas donné un seul fruit).

En résumé ces deux séries d'expériences conduisent aux conclusions suivantes :

1° *Les fleurs de POLYGONUM FAGOPYRUM sont toujours complètement stériles après autopollinisation ou après pollinisation indirecte.*

2° *Elles sont très peu fertiles après pollinisation croisée homomorphe.* En juillet, les fleurs brachystylées donnent seules quelques akènes (7 pour 32 fleurs pollinisées) ; en septembre les 2 formes restent complètement stériles.

3° *Elles sont au contraire très fertiles, et aussi bien en septembre qu'en juillet après pollinisation croisée hétéromorphe ; si bien*

POLYGONUM FAGOPYRUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES DE
SEPTEMBRE. — PLANTE DOLICHOSTYLÉE.

INFLORESCENCES	FLEURS ÉPANOUIES (indiquées par un chiffre repré- sentant leur nombre) Septembre						TOTAL de ces fleurs	TRAITEMENT SUR A CES DATES par ces fleurs	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence	
	9	11	12	14	16	20				
A ₁	4	1	1	1	3		10	Pas de poll.	0	
B ₁		2	1	1	1		5		0	
C ₁		1	1		1		3		0	
A ₂	4	3	3	2	2	2	16	P. directe (13) et	0	
B ₂	1	1	1	1			4	P. indirecte (7).	0	
A ₃	2	2	1	2			7	P. cr. homo.	0	
B ₃	2		3	2	1		8		0	
C ₃	2	1		1	1		5		0	
A ₄	3	1	1	2			7	P. cr. hétéro.	7	0,225
B ₄	1	1	2	1			5		5	0,124
C ₄	2	1		1	1		5		5	0,064

POLYGONUM FAGOPYRUM. — DÉTAIL DES EXPÉRIENCES DE
SEPTEMBRE. — PLANTE BRACHYSTYLÉE.

INFLORESCENCES	FLEURS ÉPANOUIES Septembre						TOTAL de ces fleurs	TRAITEMENT SUR A CES DATES par ces fleurs	NOMBRE ET POIDS TOTAL des akènes produits par inflorescence	
	9	10	12	13	14	16				
A ₁		1	1	1		3	6	Pas de poll.	0	
B ₁	2	4	1	1		2	10		0	
C ₁		2	1	1	2	5	11		0	
D ₁		2	3	2	1	2	10		0	
A ₂	2	2	1	1	1	1	8	P. directe (21), et P. indirecte (13).	0	
B ₂	3	3	2	1	1	2	12		0	
C ₂		2	1	1		1	5		0	
D ₂	2	1	2	2		2	9		0	
A ₃	2	1	1	2		2	8	P. cr. homo.	0	
B ₃	5	2		2		2	11		0	
C ₃	2	2	1	1		2	8		0	
D ₃	2	1	2			2	7		0	
A ₄	4	4	1			4	13	P. cr. hétéro.	10	0,374
B ₄	4	3		3		1	11		10	0,398
C ₄	2		1	2		1	6		6	0,223
D ₄	1		1	1		2	5		3	0,123

POLYGONUM FAGOPYRUM. — RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES DE
SEPTEMBRE 1903.

MODE DE POLLINISATION		NOMBRE		POIDS MOYEN d'un akène
		DE FLEURS en expérience	D'AKÈNES produits	
Forme dolichostylée	Pas de pollinisation.	18	0	
	Pollinisation directe.	13	0	
	Pollinisation indirecte	7	0	
	P. croisée homomorphe.	20	0	
	P. croisée hétéromorphe. . . .	17	17	0,0243
Forme brachystylée	Pas de pollinisation.	37	0	
	Pollinisation directe.	21	0	
	Pollinisation indirecte	13	0	
	P. croisée homomorphe.	34	0	
	P. croisée hétéromorphe. . . .	35	29	0,0385

que le nombre des fruits produits représente pour la forme dolichostylée les 93 pour 100, et pour la forme brachystylée les 76 pour 100 des fleurs pollinisées (1).

(1) Il est intéressant de remarquer la fertilité inégale des deux unions hétéromorphes.

Je rappellerai à ce propos que certains auteurs ont voulu voir dans la particularité physiologique des plantes hétérostylées, grâce à laquelle les deux formes de fleurs remplissent vis-à-vis l'une de l'autre tour à tour le rôle de mâle et de femelle, une tendance nette vers l'état dioïque; l'hétérostylie devenant alors comme la transition entre les plantes à fleurs hermaphrodites et les plantes à fleurs clinées.

La disposition anatomique des fleurs hétérostylées vient à l'appui de cette hypothèse; on peut considérer, en effet, que les fleurs à grandes étamines tendent vers l'état mâle et les fleurs à long style vers l'état femelle. Mais mes expériences viennent à l'encontre de cette manière de voir.

Il faudrait pour la justifier complètement que le croisement des grandes étamines avec le long style donne les résultats les meilleurs, puisque ces organes présenteraient le maximum de différenciation, où se manifeste la tendance vers l'unisexualité. C'est

Mes expériences montrent que le Sarrasin a une façon d'être très nettement hétérostylée.

Les deux formes de fleurs présentent d'ailleurs une fertilité légèrement inégale. Si les fleurs dolichostylées ne sont fécondes qu'à la condition expresse d'être pollinisées avec du pollen de l'autre forme, il n'en est pas de même des fleurs brachystylées, qui paraissent pouvoir se féconder dans certaines conditions après pollinisation croisée homomorphe : les premières seraient donc physiologiquement plus hétérostylées que les secondes. J'ai déjà signalé des différences de fertilité analogues entre les fleurs dolichostylées et brachystylées chez les Primevères et la Pulmonaire.

Dans ses observations sur le Sarrasin, Darwin a bien entrevu la supériorité de la pollinisation croisée hétéromorphe, mais elle lui avait paru peu marquée ; il lui semblait même que les 2 formes de fleurs étaient capables de donner, surtout en automne, « un nombre considérable de semences autofécondées » ; et cette constatation lui faisait dire que le Sarrasin était « moins hétérostylé fonctionnellement que toute autre espèce d'un genre quelconque » (1).

Mes pollinisations me conduisent au contraire à cette conclusion, que le Sarrasin présente une hétérostylie très accentuée au point de vue physiologique. Mais, si elles infirment au moins partiellement les constatations antérieures de Darwin sur cette plante, elles confirment pleinement la théorie générale du grand physiologiste sur les plantes hétérostylées.

en effet ce qui arrive chez le Sarrasin. Mais il n'en est pas de même dans les autres plantes que j'ai étudiées, et, si dans le Lin le croisement entre les organes longs donne le même résultat que celui réalisé entre les organes courts, il existe dans les deux autres plantes une différence en faveur de ce dernier mode de croisement : les Primevères sont plus fertiles lorsque le croisement s'opère entre les organes courts (au moins en ce qui concerne le nombre des graines contenues dans chaque capsule) et dans les mêmes conditions la Pulmonaire présente ce caractère encore plus accentué.

Ces dernières constatations vont donc à l'encontre de la théorie, que je viens de rappeler.

(1) DARWIN *L. c.*, p. 263.

Ces expériences tendent, en effet, à démontrer que les 2 formes de fleurs du Sarrasin ne doivent leur fertilité qu'à leur croisement réciproque, et que, par conséquent, la presque totalité des graines de Sarrasin produites dans la nature sont des graines *hétéromorphes*, qui ont exigé le concours des deux sortes de fleurs.

COMPARAISON, CHEZ LE *POLYGONUM FAGOPYRUM*,
DES PLANTES ISSUES DES GRAINES CROISÉES HOMOMORPHES ET CROISÉES HÉTÉROMORPHES.

Dans les expériences qui précèdent, je n'ai étudié que l'influence du mode de pollinisation sur la fécondité même des fleurs, mais cette influence peut se faire également sentir sur les plantes issues des fleurs pollinisées.

Dans son livre sur les différentes formes de fleurs, Darwin consacre un des principaux chapitres relatifs aux plantes hétérostylées à l'étude des semis appelés par lui « légitimes » et « illégitimes » (1).

Les nombreuses expériences que cet auteur a poursuivies sur la descendance de plusieurs espèces pendant plusieurs générations (*Lythrum salicaria*, plusieurs espèces d'*Oxalis* et de *Primula*) — expériences que complètent un certain nombre d'observations dues à Hildebrand — montrent que les semis hétérostylés, qui proviennent d'une pollinisation directe ou d'une pollinisation croisée entre organes de hauteur différente, se distinguent par deux caractères différents :

1° *Ils reproduisent toujours en plus grande quantité, quelquefois même exclusivement, la forme de fleurs dont ils proviennent et cela aussi longtemps qu'on suive leur descendance.*

2° *Ils sont en général rabougris et peu fertiles, souvent dès les premières générations.*

(1) L'on sait que DARWIN appelle « légitimes » les croisements opérés chez les plantes hétérostylées dimorphes et trimorphes entre organes de même hauteur ; les croisements entre organes de hauteur différente sont dits « illégitimes ». Et Darwin appelle du même nom les semis qui proviennent de ces croisements.

Les graines nombreuses, que m'ont données les pollinisations artificielles de Primevères, de Pulmonaire et de Sarrasin m'ont permis d'étudier en même temps que leur faculté germinative la nature, la vigueur et la fécondité de leur descendance.

J'ai donc semé dans des pots les graines des différentes plantes expérimentées en 1903 et j'ai obtenu au printemps de l'année suivante de nombreux plants, car elles ont presque toutes germé. Sur les Primevères et la Pulmonaire en raison de la lenteur de leur développement, je n'ai pu faire jusqu'à présent que des observations incomplètes ; j'ai pu toutefois constater que toutes les plantes, quelle que soit leur origine, paraissaient avoir une vigueur égale.

Je me contenterai de donner ici le résultat des observations plus complètes dont le Sarrasin a été l'objet.

POLYGONUM FAGOPYRUM. — Toutes les graines d'origine hétéromorphe sont semées isolément dans des pots ; les quelques graines d'origine homomorphe sont placées dans un pot déjà occupé par une des graines précédentes, en ayant soin de les mettre toutes deux en des points opposés.

Semées le 13 juin, les plantes sont en complète floraison au commencement d'août. Le résultat des observations faites sur ces plantes est résumé dans le tableau ci-joint.

I. — Résultats relatifs à la nature des plantes obtenues.

1° Les graines *dolichostylées*, toutes d'origine hétéromorphe, ont donné une majorité nette de plants *brachystylés*.

2° Les graines *brachystylées* d'origine hétéromorphe ont donné une légère majorité de plants *dolichostylés*.

3° Les graines *brachystylées* d'origine homomorphe ont toutes donné des semis *brachystylés*.

Il semble donc que les graines d'origine homomorphe ont vis-à-vis des autres une certaine infériorité : elles paraissent seulement capables de produire des plantes de même forme.

POLYGONUM FAGOPYRUM. — COMPARAISON DES SEMIS
HOMOMORPHES ET HÉTÉROMORPHES

NATURE DES GRAINES SEMÉES		NOMBRE		NATURE DES PLANTES ORIGINES	LONGUEUR MOYENNE de ces plantes
		DE GRAINS SÈCHES	DE PLANTES ARTIFICIELLES à floraison		
Graines issues de plantes dolichostylées après poll. croisée hétéromorphe.		44	41	29 brachystylées.	0,54
				12 dolichostylées.	0,61
Graines issues de plantes brachy- stylées.	après poll. croisée hétéromorphe.	48	40	21 dolichostylées.	0,50
				19 brachystylées.	0,59
	après poll. croisée homomorphe.	7	7	7 brachystylées.	0,60

II. — Résultats relatifs à la vigueur des plantes.

Les plantes d'origine homomorphe et d'origine hétéromorphe ont une égale vigueur : la hauteur moyenne est la même pour toutes, la floraison est simultanée et le nombre des graines paraît égal.

Ces résultats s'écartent de ce qu'avait vu Darwin sur la même espèce (1). Les graines d'origine homomorphe lui donnaient des plantes appartenant aux deux formes, dont la hauteur était presque moitié moindre des plantes d'origine hétéromorphe, et qui fleurissaient beaucoup plus tard.

Mes expériences n'en confirment pas moins l'idée générale, qui ressort des recherches de Darwin, que les semis d'origine homomorphe tendent à reproduire leur forme mère.

(1) CH. DARWIN. *Des différentes formes de fleurs*, trad. Heckel, p. 244, et *Des effets de la fécondation croisée*, trad. Heckel, p. 227.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

On désigne sous le nom de plantes hétérostylées dimorphes les plantes dont les fleurs affectent deux formes distinctes qui se rencontrent sur des individus différents et qui sont surtout caractérisées par une longueur différente du pistil et des étamines. Chez les unes, les étamines sont courtes et le pistil long (fleurs dolichostylées); chez les autres, c'est le contraire qui s'observe (fleurs brachystylées).

Les plantes, qui n'offrent pas cette particularité sont dites plantes non hétérostylées.

J'appelle *pollinisation directe* la pollinisation réalisée entre organes d'une même fleur, *pollinisation indirecte* la pollinisation réalisée entre fleurs différentes d'un même pied, et *pollinisation croisée* la pollinisation entre fleurs de pieds distincts.

Mes expériences ont porté sur 21 plantes, 16 plantes non hétérostylées et 5 plantes hétérostylées.

I. — Plantes non hétérostylées.

Les 16 plantes non hétérostylées peuvent se répartir en trois groupes dans l'ordre où je les ai décrites :

— Le 1^{er} groupe (qui en comprend 8 c'est-à-dire la moitié) renferme des plantes également fertiles après les 3 modes de pollinisation ; ce sont : *Nicotiana silvestris*, *Datura Stramonium*, *Chelidonium majus*, *Oenothera biennis*, *Saponaria officinalis*, *Gilia tricolor*, *Lunaria biennis*, *Brassica oleracea*.

— Le 2^e groupe (4 plantes) renferme des plantes inégalement fertiles après les 3 modes de pollinisation ; elles sont plus fécondes après pollinisation croisée qu'après pollinisation directe ou indirecte ; ce sont : *Geranium sanguineum*, *Campanula rotundifolia*, *Salvia pratensis*, *Ornithogalum pyrenaicum*.

— Le 3^e groupe (4 plantes) renferme des plantes fertiles seulement après pollinisation croisée ; ce sont : *Endymion natus*, *Convolvulus arvensis*, *Vinca minor*, *Vincetoxicum officinale*.

De ces diverses séries d'expériences découlent les conclusions suivantes relatives à chaque mode de pollinisation :

1^o *Pollinisation directe.* — *L'autopollinisation donne des résultats positifs chez un grand nombre de plantes.* Dans une moitié de mes expériences elle a donné des résultats semblables à ceux de la pollinisation croisée, mais elle ne lui a jamais été supérieure, sauf toutefois pour une seule plante le *Datura* ; et dans l'autre moitié elle s'est montrée médiocre ou inefficace.

Un fait particulièrement intéressant est que l'autofécondation artificielle réussit chez des plantes, qui, par suite du processus de leur épanouissement, ne la réalisent pas naturellement : telles les fleurs à protérandrie très accentuée comme celles de *Gilia tricolor*, *Saponaria officinalis*, *Geranium sanguineum*, *Salvia pratensis*.

2^o *Pollinisation indirecte.* — *La pollinisation indirecte se rapproche tout à fait par ses résultats de la pollinisation directe.* Et par pollinisation indirecte il importe d'entendre non seulement la pollinisation entre fleurs voisines de la même plante mais aussi la pollinisation entre fleurs d'une même touffe, pouvant par conséquent provenir de parties d'une même plante devenues distinctes par fragmentation ou par morcellement, mais néanmoins issues d'une même graine, c'est ce qu'ont montré à ce dernier point de vue mes expériences sur *Campanula rotundifolia*, *Geranium sanguineum*, *Convolvulus arvensis*, *Vinca minor* et *Vincetoxicum officinale*.

3^o *Pollinisation croisée.* — *La pollinisation croisée s'est montrée souvent supérieure aux deux modes précédents ; elle est même seule efficace dans un certain groupe de plantes.*

Lorsqu'on parle de pollinisation entre fleurs différentes il importe de distinguer si la pollinisation est faite entre fleurs du même pied ou entre fleurs de pieds distincts, car si la pollinisation indirecte comme la pollinisation directe donne souvent des résultats médiocres ou même nuls, la pollinisation croisée est toujours efficace.

Il existe donc à côté des plantes autofertiles, dont l'autofertilité peut d'ailleurs être plus ou moins grande, des plantes autostériles (1).

II. — Plantes hétérostylées.

Dans les cinq espèces étudiées la pollinisation croisée entre fleurs de forme différente (hétéromorphe) s'est montrée la plus efficace : elle a toujours produit le maximum de fruits et le maximum de graines.

Par contre les autres modes de pollinisation ont donné des résultats différents suivant les espèces. Chez le *Linum grandiflorum* ces autres modes de pollinisation ont été tous complètement stériles, faisant de cette plante pour ainsi dire le type de l'hétérostylie. Chez le Sarrasin les pollinisations directe et indirecte comme chez le *Linum* ne donnent rien, mais la pollinisation croisée entre fleurs de la même forme (homomorphe) a réussi quelquefois. Chez le *Pulmonaria* nous observons, en outre, quelques cas de succès par la pollinisation directe. Enfin chez les Primevères tous les modes de pollinisation sont efficaces et il n'existe entre eux qu'une différence de degré toujours en faveur de la pollinisation croisée hétéromorphe, mais qui peut même disparaître, de sorte que ces dernières plantes constituent un type atténué de l'hétérostylie dont le *Polygonum* et le *Pulmonaria* sont des formes intermédiaires. Malgré leur forme nettement hétérostylée, les Primevères donnent des résultats très rapprochés de ceux des plantes du 1^{er} groupe ; elles forment ainsi comme une transition entre les 2 groupes de plantes que je viens d'examiner.

(1) Les 4 plantes autostériles de mes expériences sont des plantes vivaces et à fleurs régulières.

Mais il importe de remarquer que dans une même espèce les deux formes de fleurs ne se comportent pas toujours de la même façon. Par exemple, chez le Sarrasin, seule la forme brachystylée a donné quelques fruits par pollinisation croisée homomorphe, tandis que l'autre forme est restée stérile comme les 2 espèces de fleurs du Lin. Chez la Pulmonaire c'est également la forme brachystylée, qui est quelquefois fertile par pollinisation croisée homomorphe et de plus quelquefois aussi par pollinisation directe, de sorte que, si l'on ne considérait que la forme dolichostylée, l'hétérostylie serait parfaite. Enfin chez les Primevères les deux formes de fleurs se comportent bien de la même façon, mais avec des différences de degré nettement tranchées : ainsi, par l'efficacité des pollinisations directe, indirecte et croisée homomorphe, la forme dolichostylée se rapproche davantage des plantes ordinaires, tandis que la forme brachystylée par le degré d'efficacité moindre des mêmes modes de pollinisation penche davantage du côté de l'hétérostylie.

En résumé l'hétérostylie dont le Lin nous a présenté, ainsi que nous l'avons vu, le type le plus complet, est donc caractérisée physiologiquement par ce fait que la fécondité parfaite n'est obtenue qu'à la condition de réaliser le croisement des 2 formes de fleurs, lequel s'opère toujours dans les fleurs dimorphes, que j'ai étudiées, entre organes de même hauteur.

Par rapport aux autres modes de pollinisation (pollinisation directe et indirecte) les fleurs hétérostylées se comportent comme un certain nombre des fleurs non hétérostylées étudiées plus haut. Chez elles la pollinisation croisée, quelle qu'elle soit, est toujours beaucoup plus efficace que les pollinisations directe ou indirecte.

On voit par tout ce qui précède combien il est important, quand on parle de pollinisation, de préciser et de distinguer, par exemple, la véritable pollinisation croisée de la pollinisation indirecte. Cette dernière, que l'on confond quelquefois avec la première, n'a en effet aucun de ses avantages.

Et comment pourrait-elle les avoir, puisqu'elle réalise le croisement des fleurs d'une même plante ? Si la pollinisation croisée l'emporte, c'est précisément parce qu'elle rapproche des qualités éloignées non parentes. Et l'on comprend qu'il soit illusoire de croiser des fleurs issues du même germe. L'expérience a montré que la pollinisation indirecte équivalait dans tous les cas à l'autofécondation sans être jamais meilleure.

Quant à la fécondation croisée elle représente chez un assez grand nombre de plantes le mode de pollinisation nécessaire, quelquefois indispensable, à la fertilité même des fleurs. Il est donc vrai de dire que certaines plantes sont adaptées à la fécondation croisée, et ces plantes *autostériles* sont forcément tributaires d'agents extérieurs parmi lesquels les insectes tiennent le premier rang.

Mais il ne faut pas demander à l'examen des fleurs la raison des circonstances particulières de la pollinisation, car elles ne présentent dans leur conformation aucun caractère, qui puisse faire prévoir les conditions de leur fécondité.

Toutes les dispositions morphologiques florales, qui ont été longuement décrites par les auteurs comme destinées à favoriser la pollinisation croisée, ne démontrent nullement l'impossibilité de l'autofécondation. N'avons-nous pas vu des fleurs très protérandres devenir autofertiles ? N'avons-nous pas constaté que les fleurs de Sauge, dont les étamines par leur mouvement de bascule réalisent presque à coup sûr la pollinisation croisée, donnaient néanmoins des graines autofécondées ? Et inversement des plantes comme *Endymion nuntans*, *Convolvulus arvensis*, et, sous un certain rapport, *Vinca minor* et *Vincetoxicum officinale* sembleront adaptées à la pollinisation directe et ne seront cependant fertiles qu'après pollinisation croisée.

D'ailleurs on ne peut conclure de la morphologie des fleurs qu'en faveur d'une *hétéropollinisation* et il est bien évident qu'il est impossible de préciser si cette hétéropollinisation se réalise entre fleurs du même pied ou entre fleurs de pieds différents.

Et puisque l'adaptation d'une plante à un mode de fécondation donnée ne se révèle extérieurement par aucune particularité morphologique, il n'est donc que l'expérimentation, qui soit capable de résoudre le problème.

Cette utilité de l'intervention expérimentale se révèle encore dans l'étude des plantes hétérostylées. Les particularités morphologiques qu'elles présentent (2 ou 3 formes différentes de fleurs dans une même espèce) sont insuffisantes pour expliquer les conditions de leur fertilité. L'expérience seule nous a montré, au milieu des complications qui résultent des longueurs inégales des organes mâles et femelles, quelle est l'union qui donne les meilleurs résultats non seulement au point de vue du nombre relatif de fruits et de graines, mais aussi au point de vue de la descendance.

Souvent les fleurs sont adaptées à un mode de fécondation, qui semble contraire à leur disposition morphologique. Il n'y a qu'un moyen qui puisse nous renseigner exactement sur leur biologie, car pour résoudre une question de physiologie, il faudra toujours avoir recours à des expériences méthodiquement conduites.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION.	5
PREMIÈRE PARTIE	
COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MODES DE POLLINISATION CHEZ UN CERTAIN NOMBRE DE PLANTES NON HÉTÉROSTYLÉES.	7
Historique.	8
Technique des expériences.	14
Description des expériences.	18
<i>Nicotiana sylvestris</i>	18
<i>Datura Stramonium</i>	22
<i>Chelidonium majus</i>	25
<i>Oenothera biennis</i>	28
<i>Saponaria officinalis</i>	33
<i>Gilia tricolor</i>	37
<i>Lunaria biennis</i>	40
<i>Brassica oleracea</i>	45
<i>Geranium sanguineum</i>	50
<i>Campanula rotundifolia</i>	53
<i>Salvia pratensis</i>	58
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	63
<i>Endymion nautans</i>	66
<i>Convolvulus arvensis</i>	69
<i>Vinca minor</i>	74
<i>Vincetoxicum officinale</i>	78
DEUXIÈME PARTIE	
COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MODES DE POLLINISATION CHEZ QUELQUES PLANTES HÉTÉROSTYLÉES.	97
<i>Primula grandiflora</i>	101
<i>Primula officinalis</i>	112
<i>Pulmonaria angustifolia</i>	119
<i>Linum grandiflorum</i>	127
<i>Polygonum Fagopyrum</i>	130
Comparaison, chez le <i>Polygonum Fagopyrum</i> , des plantes issues des graines croisées homomorphes et croisées hétéromorphes.	141
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.	145

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

PHYSIOLOGIE. — *Du milieu minéral comme excitant fonctionnel.*

GÉOLOGIE. — *Les terrains jurassiques de Normandie.*

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 12 avril 1905.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

*Le Vice-Recteur
de l'Académie de Paris,
L. LIARD.*